

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**Desarrollo de herramientas para el  
estudio de saturación y diseño de  
almacenes de piezas de recambio de  
Renault**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**  
**Ingeniería Industrial: Organización Industrial**

**Autor: D. Antonio Linares Herrero**  
**Tutora: Dra. Beatriz López Boada**

**Abril 2009**



# Índice

1	Introducción	
1.1	Objetivo del proyecto	9
1.1.1	Cálculo del nivel de saturación de los centros de distribución	10
1.1.2	Diseño de nuevos almacenes y estimación de su coste	10
1.2	Organización del proyecto	11
2	Descripción general del sector de la automoción y la empresa Renault	
2.1	El sector de la automoción	14
2.1.1	Análisis sectorial	16
2.1.2	El sector de la automoción en Europa	18
2.1.3	La situación del sector en España	19
2.1.3.1	Influencia del sector en la balanza comercial	21
2.1.3.2	Situación actual del sector	23
2.1.3.3	Perspectivas de futuro	23
2.1.4	La industria auxiliar de la automoción	24
2.1.4.1	La industria de componentes frente a la industria de fabricantes de vehículos	24
2.2	La empresa Renault	25
2.2.1	Historia	25
2.2.2	Estrategia	26
2.2.3	Objetivos	26
2.3	La Dirección Logística de Piezas y Accesorios (DLPA)	27
2.3.1	Funcionamiento del flujo de materiales	28
2.4	La Unidad de Proyectos Internacionales	31
3	Estado del arte	
3.1	El campo de la logística	35
3.1.1	Desde el punto de vista del producto	35
3.1.2	Desde el punto de vista del mercado	36
3.2	Evolución logística de la industria	37
3.3	La logística en la empresa	38
3.4	La logística integral	40
3.4.1	Los flujos logísticos	40
3.4.2	Capacidad industrial	43
3.4.3	<i>Lead time</i>	44
3.4.4	El concepto de logística integral	44
3.5	Desarrollo logístico como necesidad estratégica	45
3.5.1	El servicio cliente	45
3.5.2	Cómo optimizar la gestión logística	46
3.5.3	Cómo optimizar el nivel de servicio	49
3.5.4	Estrategia de servicio	51
3.5.5	Naturaleza de la planificación logística	51
3.5.6	Modelos de distribución comercial	54
3.5.7	Organización y gestión de almacenes	56
3.5.7.1	El almacén como centro de producción	56
3.5.7.2	El <i>lay-out</i> de los almacenes	58

3.5.7.3	Tipos de almacenes .....	61
3.5.7.4	Sistemas de almacenaje .....	64
3.5.7.5	Equipos de manutención .....	70
3.5.7.5.1	Equipos móviles para el manejo de cargas unitarias.. .....	71
3.5.7.5.2	Equipos móviles para la preparación de pedidos .	73
4	Los almacenes de piezas de recambio en la empresa Renault	
4.1	Aspectos generales .....	76
4.2	La plataforma.....	77
4.2.1	Zona de armarios para piezas pequeñas .....	78
4.2.2	Zona alaveolar .....	78
4.2.3	Zona de chapa .....	79
4.2.4	Zona de mobiliario específico .....	80
4.2.5	Esquema de distribución característico de una plataforma .....	83
4.3	Zona de almacenamiento de <i>pallets</i> .....	85
4.4	Zona de almacenamiento de materiales sensibles e inflamables .....	86
4.5	Zonas de recepción y expedición.....	88
4.6	Zona de preparación de pedidos .....	89
5	Estudio de saturación de los almacenes de piezas de recambio de Renault	
5.1	Los almacenes de distribución de piezas de recambio de Renault en Europa.....	92
5.2	Fundamentos del estudio .....	93
5.2.1	Recursos de información necesarios para la realización del estudio .....	94
5.2.2	Hipótesis de trabajo .....	95
5.2.3	Principio del cálculo utilizado en el estudio .....	98
5.3	Metodología del cálculo .....	99
5.3.1	Países con información proveniente de la base IS .....	100
5.3.1.1	Volumen almacenado por referencia ( $V_{ALM}$ ) .....	100
5.3.1.2	<i>Stock</i> de seguridad por referencia ( $S_S$ ) .....	100
5.3.1.3	Volumen máximo necesario por referencia ( $V_{MAX}$ ).....	101
5.3.2	Países con información proveniente de OPTIMAG.....	102
5.3.3	Países con información proveniente de SAP .....	103
5.4	Descripción y uso de la herramienta.....	103
5.4.1	Extracción y exportación de datos .....	104
5.4.2	Cálculo de coeficientes .....	106
5.4.2.1	Cálculo de coeficientes a corto plazo .....	106
5.4.2.2	Cálculo de coeficientes a largo plazo .....	109
5.5	Comparación de la situación de los Centros de Distribución Europeos.....	114
5.5.1	Tablas comparativas .....	115
6	Desarrollo de una herramienta para el diseño de almacenes de piezas de recambio de Renault	
6.1	Estudio del problema y planteamiento esquemático de la solución .....	119
6.2	Estudio histórico sobre los almacenes de piezas de recambio creado a partir de los centros de distribución europeos.....	120
6.2.1	La herramienta para el cálculo de casilleros por referencia: OPTIMAG .....	120
6.2.2	Cálculo del mobiliario necesario.....	121
6.2.2.1	Clasificación ABC de productos .....	122

6.2.2.2	El proceso de cálculo .....	123
6.2.3	Cálculo de la superficie a partir de mobiliario conocido .....	128
6.2.4	Creación de los gráficos de relación históricos correspondientes a cada una de las zonas del almacén.....	129
6.2.5	Gráficos de relación .....	135
6.2.5.1	Gráficos de conversión de datos usuario.....	135
6.2.5.2	Ajuste de los gráficos de relación históricos.....	139
6.3	Estudio de relación económica con el volumen ideal en <i>stock</i> .....	141
6.4	Descripción de la herramienta de diseño de almacenes de piezas de recambio .	143
6.4.1	Esquema de funcionamiento .....	143
6.4.2	Descripción de la herramienta.....	145
6.4.2.1	Etapas 1.....	146
6.4.2.2	Etapas 2.....	148
6.4.2.3	Etapas 3.....	148
6.4.2.4	Etapas 4.....	149
6.4.2.5	Etapas 5.....	150
6.4.2.6	Etapas 6.....	152
7	Conclusiones y trabajos futuros	
7.1	Conclusiones.....	156
7.2	Trabajos futuros.....	158
8	Bibliografía.....	159

## Índice de figuras

Figura 2.1. Esquema del oligopolio del sector del automóvil .....	15
Figura 2.2. Mapa con las principales fábricas de vehículos en España.....	20
Figura 2.3. Evolución de la producción de coches en Europa en los últimos años [7] .....	21
Figura 2.4. Foto aérea de la DLPA y sus almacenes anexos .....	27
Figura 2.5. Esquema del flujo de materiales desde los proveedores hasta las redes finales de distribución .....	29
Figura 2.6. Esquema del funcionamiento de la unidad de Proyectos Internacionales para el caso de proyectos de nueva implantación .....	32
Figura 2.7. Esquema del funcionamiento de la unidad de Proyectos Internacionales para el caso de proyectos de mejora de centros de distribución existentes. ....	33
Figura 3.1. Esquema del ciclo de vida de un producto.....	36
Figura 3.2. Esquema con las diferentes etapas de la cadena logística.....	40
Figura 3.3. Esquema con las diferentes etapas del flujo de materiales [11].....	42
Figura 3.4. Esquema representativo de un cuello de botella .....	43
Figura 3.5. Etapas de la gestión logística .....	47
Figura 3.6. Relación entre nivel de <i>stock</i> y nivel de servicio .....	50
Figura 3.7. Esquema piramidal con los objetivos fundamentales de cada nivel de planificación.....	52
Figura 3.8. Distribución en planta característica de un almacén .....	58
Figura 3.9. Dibujo de una bandeja utilizada para el almacenamiento en estantes .....	65
Figura 3.10. Dibujo de una caja utilizada para el almacenamiento en estantes .....	65
Figura 3.11. Fotografía de una estructura de almacenamiento formada por varias estanterías ligeras dobles .....	67
Figura 3.12. Fotografía de una estantería de paletización a cuatro niveles de altura .....	68
Figura 3.13. Fotografía con <i>pallets</i> de distintas dimensiones (mm) [14] .....	69
Figura 3.14. Fotografía de un contenedor metálico.....	70
Figura 3.15. Fotografía de una transpaleta manual .....	71
Figura 3.16. Fotografía de una transpaleta eléctrica.....	72
Figura 3.17. Fotografía de una carretilla de mástil retráctil .....	72
Figura 3.18. Fotografía de una carretilla contrapesada .....	73
Figura 3.19. Fotografía de un carro utilizado en la preparación de pedidos .....	73
Figura 3.20. Fotografía de un preparador de pedidos.....	74
Figura 4.1. Foto de la plataforma en un CDE de Renault .....	77
Figura 4.2. Foto de la zona de armarios destinada al almacenamiento de piezas pequeñas .....	78
Figura 4.3. Foto de la zona alveolar destinada al almacenamiento de piezas medianas.....	79
Figura 4.4. Foto de la zona de chapa destinada al almacenamiento de piezas grandes..	80
Figura 4.5. Foto del mobiliario destinado al almacenamiento de tubos de escape.....	81
Figura 4.6. Foto del mobiliario destinado al almacenamiento de parabrisas .....	81
Figura 4.7. Foto del mobiliario destinado al almacenamiento de cables.....	82
Figura 4.8. Foto del mobiliario destinado al almacenamiento de llantas .....	82
Figura 4.9. Esquema del mobiliario de una plataforma con una altura de dos niveles .....	84

Figura 4.10. Vista superior de la zona de almacenamiento de <i>pallets</i> en un CDE de Renault.....	85
Figura 4.11. Foto de almacenamiento de piezas dentro de la zona <i>pallets</i> .....	86
Figura 4.12. Foto de la puerta de entrada a la zona de almacenamiento de materiales sensibles e inflamables .....	87
Figura 4.13. Foto de la zona enrejada destinada a la protección de los materiales de mayor valor económico .....	88
Figura 4.14. Foto de los muelles correspondientes a las zonas de recepción y expedición .....	89
Figura 4.15. Foto de la zona destinada a la preparación de pedidos .....	90
Figura 5.1. Vista exterior del centro de distribución de piezas de recambio que Renault tiene situado en Bélgica .....	94
Figura 5.2. Gráfico explicativo del funcionamiento de la lógica del cálculo.....	97
Figura 5.3. Vista del formulario Access para países con sistema de información <i>InfoService</i> .....	105
Figura 5.4. Vista del formulario Access para países con sistema de información ORDENAL.....	105
Figura 5.5. Ejemplo de cálculo a partir de los datos exportados de la aplicación Access .....	106
Figura 5.6. Vista de la hoja Excel que muestra los coeficientes calculados a corto plazo .....	107
Figura 5.7. Vista de la hoja Excel destinada a la entrada de datos para los cálculos a largo plazo .....	111
Figura 5.8. Vista de la hoja Excel destinada a la visualización de ratios para los cálculos a largo plazo .....	113
Figura 5.9. Escala indicativa del nivel de saturación de un CDE de Renault .....	115
Figura 6.1. Ejemplo de tabla resultado de OPTIMAG .....	121
Figura 6.2. Clasificación ABC de productos .....	123
Figura 6.3. Vista del formulario Access para el cálculo del mobiliario de un almacén .....	125
Figura 6.4. Vista del fichero Excel para el cálculo del mobiliario de un almacén .....	126
Figura 6.5. Informe de resultados del cálculo de mobiliario de un almacén.....	127
Figura 6.6. Hoja Excel para el cálculo de la superficie por zona a partir de mobiliario conocido .....	128
Figura 6.7. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de armarios.....	131
Figura 6.8. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de alveolar .....	131
Figura 6.9. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de chapa.....	132
Figura 6.10. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de muebles específicos.....	132
Figura 6.11. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de <i>pallets</i> .....	133
Figura 6.12. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de contenedores .....	133
Figura 6.13. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de material sensible.....	134
Figura 6.14. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de material inflamable.....	134

Figura 6.15. Gráfico del porcentaje correspondiente a cada zona del volumen total gestionado por el almacén .....	136
Figura 6.16. Gráfico del porcentaje de piezas pequeñas sobre el referencial gestionado .....	137
Figura 6.17. Gráfico del porcentaje de piezas zona alveolar sobre el referencial gestionado .....	137
Figura 6.18. Gráfico del porcentaje de piezas zona chapa sobre el referencial gestionado .....	138
Figura 6.19. Gráfico del porcentaje de piezas zona <i>pallets</i> sobre el referencial gestionado .....	138
Figura 6.20. Gráfico del porcentaje de piezas zona contenedores sobre el referencial gestionado .....	138
Figura 6.21. Gráfico de relación del porcentaje de la zona plataforma con respecto al volumen ideal en <i>stock</i> .....	140
Figura 6.22. Gráfico de relación entre niveles de <i>stock</i> de la zona <i>pallets</i> y volumen ideal almacenado .....	141
Figura 6.23. Gráfico de relación entre el volumen de ventas y el volumen ideal en <i>stock</i> .....	142
Figura 6.24. Esquema de funcionamiento de la herramienta de diseño de almacenes de piezas de recambio .....	144
Figura 6.25. Vista de la hoja Excel destinada a la entrada de datos por parte del usuario .....	146
Figura 6.26. Vista de la hoja Excel destinada a la conversión de [M€- m <sup>3</sup> ].....	147
Figura 6.27. Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de volumen a gestionar en función de la tasa de rotación .....	148
Figura 6.28. Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de referencias y volumen en cada zona .....	149
Figura 6.29. Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de superficie necesaria para cada tipo de mueble .....	150
Figura 6.30. Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de superficie necesaria para la plataforma.....	151
Figura 6.31. Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de superficie necesaria para la zona <i>pallets</i> .....	152
Figura 6.32. Vista de la hoja Excel en la que se visualizan los resultados de superficie .....	153
Figura 6.33 Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de coste del almacén .....	154



# Índice de tablas

Tabla 2.1. Clasificación de productores de automóviles a nivel mundial año 2007 [2] .....	16
Tabla 2.2. Evolución de la producción de automóviles en Europa [5] .....	18
Tabla 2.3. Tipos de piezas gestionadas por cada gran centro de distribución situado en Francia. ....	30
Tabla 5.1. Ejemplo de tabal comparativa [ $\text{m}^3/\text{m}^2$ ] .....	116
Tabla 5.2. Ejemplo de tabal comparativa [ $\text{m}^2/\text{m}^2$ ] en plataforma .....	116
Tabla 5.3. Ejemplo de tabal comparativa [ $\text{m}^2/\text{m}^2$ ] en zona <i>pallets</i> .....	117
Tabla 6.1. Ejemplo de cálculo de la relación Volumen - %referencias .....	130

# 1 Introducción

A diario todo el mundo vive experiencias relacionadas con la logística en sus vidas. El simple hecho de organizar un viaje o preparar una cena con amigos obliga a una cierta organización para poder realizar lo que se desea. Es necesario planificar qué y cuándo se va a hacer, pensar en todas las cosas o alimentos que harán falta, comprarlo al mejor precio y finalmente, hacer las cosas de la mejor manera posible para lograr la satisfacción de todos.

En el ámbito empresarial, desde la década de los noventa y una vez implantado el marketing, se ha hecho realidad el convencimiento que para vender es preciso estar organizado no según los propios criterios internos de una compañía, sino pensando que el resultado final debe satisfacer al cliente. De esta forma, la logística se ha convertido en un aspecto básico para las empresas. El objetivo clásico de tener el producto justo, en el sitio preciso, en el momento oportuno y al menor coste posible, se ha convertido hoy en día en todo un proceso de gestión empresarial.

El objetivo actual de todo proceso logístico es conseguir que a través de una buena organización, las empresas logren maximizar sus beneficios, sin tener que alterar

la calidad de sus productos, al disminuir el coste de los procesos y aumentar la efectividad de los mismos. Para lograrlo, se busca gestionar de manera estratégica la adquisición, la producción, el movimiento y el almacenamiento de productos, así como todo el flujo de información asociado.

Si se asume que el rol del marketing es estimular la demanda, la obligación de la logística será precisamente satisfacerla. Solamente a través de un análisis detallado de la demanda en términos de nivel, localización y tiempo, será posible determinar el punto de partida de la actividad logística para lograr su objetivo. La logística no es, por tanto, una actividad funcional, sino un modelo, y no es una función operacional, sino un mecanismo de planificación.

La globalización mundial alcanzada durante la última década ha provocado una importancia cada vez más trascendental de la función logística, debido a que los mercados obligan a competir en cualquier punto geográfico con empresas de todo el mundo. Una buena red logística es la contramedida más eficaz contra la globalización, puesto que permite eliminar las barreras geográficas a la hora de ser competitivo.

### **1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO**

Este proyecto tiene por objetivo el desarrollo de dos herramientas informáticas, sobre la base de Microsoft Excel y Microsoft Access, que simplifiquen los procesos de cálculo del nivel de saturación de los almacenes de piezas de recambio existentes y de diseño de los nuevos centros de distribución, para permitir el correcto desempeño de la venta de piezas de recambio de vehículos automóviles de Renault. El tiempo máximo para su realización es de seis meses y su validez deberá contrastarse comparando los resultados con situaciones reales.

El trabajo comenzará por la herramienta que calcula el nivel de saturación de los centros de distribución existentes, puesto que su desarrollo permitirá conocer detalladamente el funcionamiento de ciertos parámetros que tendrán una influencia muy importante a la hora de diseñar.

A continuación se exponen de manera individualizada los objetivos de cada una de las herramientas.

### **1.1.1 Cálculo del nivel de saturación de los centros de distribución**

El objetivo es realizar una herramienta informática que clasifique por orden de criticidad los centros de distribución de piezas de recambio de Renault, para poder conocer rápidamente cuáles son los almacenes con necesidad de una inversión que permita lograr el desempeño de su actividad de una manera adecuada. Los indicadores que se utilizarán para el estudio serán los siguientes:

- Volumen almacenado por metro cuadrado [ $\text{m}^3/\text{m}^2$ ].
- Necesidad de superficie según tipo referencia por metro cuadrado [ $\text{m}^2/\text{m}^2$ ].

### **1.1.2 Diseño de nuevos almacenes y estimación de su coste**

Esta segunda parte del proyecto tiene como objetivo lograr una herramienta de simulación informática que permita el cálculo rápido de las dimensiones por zona de un nuevo almacén de piezas de recambio en cualquier parte del mundo y ofrecer una estimación de su coste final. La herramienta deberá considerar como base una tasa de servicio cliente del 100%, ya que este es un objetivo de la marca, y en las simulaciones podrán modificarse al menos los siguientes parámetros:

- Cifra de ventas o volumen a almacenar.
- Número de referencias en *stock*.
- Tasa de rotación.
- Altura del almacén.
- País de implantación.
- Todos los inductores de coste incluidos en la construcción de un nuevo almacén.

## **1.2 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO**

Después de esta etapa introductoria el proyecto se estructura en seis capítulos más. Cada uno de ellos está dividido en diferentes apartados que muestran los aspectos, definiciones y explicaciones más relevantes para hacer posible una correcta comprensión de todos los pasos seguidos para la realización de este estudio.

En el capítulo 2 se realiza una descripción del entorno industrial y de la empresa en la que se hizo el proyecto. En primer lugar se comienza hablando del sector de la automoción analizando su situación actual tanto en Europa como en España y posteriormente, se recorre brevemente la historia de Renault y se comentan tanto su estrategia como sus objetivos futuros. Se concluye el capítulo mostrando el entorno en el que se desarrolló el proyecto definiendo las funciones principales de la Dirección Logística de Piezas y Accesorios de Renault y su Unidad de Proyectos Internacionales.

El capítulo 3 se compone de un estado del arte sobre el campo de la logística y más concretamente sobre el concepto de logística integral, sobre el que basa su organización y funcionamiento la Dirección Logística de Piezas y Accesorios de Renault, para terminar profundizando sobre la organización y gestión de almacenes.

En el capítulo 4 se pretende dar a conocer cómo están formados y cuál es el funcionamiento de los almacenes de piezas de recambio de Renault. Se hará una introducción sobre su función dentro del proceso logístico y posteriormente se expondrán de manera detallada cada una de sus zonas y el mobiliario que las compone.

El capítulo 5 muestra la primera de las herramientas desarrolladas en este proyecto. A lo largo de este capítulo se pondrán conocer los fundamentos del estudio, la metodología de cálculo empleada y el propio funcionamiento de la herramienta a través de una amplia descripción de la misma. Finalmente, se podrá ver un ejemplo de los resultados que ofrece el estudio.

La segunda de las herramientas objetivo de este proyecto es expuesta en el capítulo 6. Se explicará la problemática que supone desarrollar esta herramienta de diseño y definirá paso a paso la solución establecida. A partir de aquí, se analizará en

profundidad el estudio histórico realizado y finalmente se dará a conocer tanto su funcionamiento como los resultados que ofrece al usuario.

Por último, el capítulo 7 está dedicado tanto a las conclusiones como a los futuros trabajos que se podrían realizar a partir de este proyecto.

## **2 Descripción general del sector de la automoción y la empresa Renault**

En este capítulo se va a comenzar haciendo una exposición del sector de la automoción, sector industrial al que pertenece la empresa en la que se ha realizado este proyecto, del que se analizarán desde los conceptos más generales hasta su situación actual en España.

Posteriormente se continuará describiendo la empresa Renault, compañía que pertenece al sector de la automoción, y más concretamente de la división encargada de la distribución y venta de recambios para vehículos automóviles. Dentro de esta división, se mostrará de manera más detallada el funcionamiento de la Unidad de Proyectos Internacionales, encargada del desarrollo y mejora de proyectos logísticos a nivel internacional dentro de Renault y lugar en el que se desarrolló todo el trabajo.

## 2.1 EL SECTOR DE LA AUTOMOCIÓN

El sector de la fabricación de automóviles es una industria global, compleja, oligopolística y que puede ser considerada como la más importante del mundo en términos de impacto económico, es decir, en términos de producción, de intercambios comerciales internacionales, de empleo o de generación de riqueza para la economía de cada uno de los países productores. Además, tiene un gran efecto multiplicador y una intensa capacidad de arrastre económico con respecto a otros sectores productivos, permitiendo un gran crecimiento económico tanto directo como inducido. Su peso en el conjunto de la producción industrial en Europa occidental, por ejemplo, es del 10% y genera un empleo directo e indirecto de casi 12 millones de trabajadores.

El sector del automóvil ha experimentado importantes cambios en los últimos años, alianzas o fusiones entre las distintas compañías, procesos estos de integración empresarial, han marcado la tónica general del sector en los últimos tiempos (especialmente a finales de los años noventa). Su objetivo ha sido el beneficio tanto de las oportunidades de las economías de escala como de las de las economías de gama o alcance que ofrecía esta actividad productiva dados los condicionamientos productivos y de mercado. En muchos casos, las alianzas, a nivel de capital o industrial, han permitido a las empresas mantener su independencia, logrando desempeños mucho más eficientes que los inicialmente previstos en un proceso de integración completa. Los ejemplos de Renault y Nissan son emblemáticos en este sentido, pero también los de otros casos de fabricantes orientales, en concreto japoneses, como el de Toyota y Honda. En concreto, estos fabricantes han permanecido ajenos a los problemas empresariales de otros grupos como el procedente de la fusión de la alemana Daimler-Benz y la norteamericana Chrysler, o los de Ford o General Motors.

Como prueba del avanzado proceso de concentración empresarial acaecido en los últimos tiempos, se podría advertir que si a mediados de la década de los sesenta había más de cincuenta fabricantes en el mundo, en la actualidad se pueden encontrar diez grandes grupos empresariales que controlan la fabricación y el mercado mundial de automóviles (ver Figura 2.1). Algunas empresas y marcas muy bien posicionadas comercialmente en el mercado están atravesando grandes dificultades financieras y de



competencia, y otras, las menos afortunadas, han desaparecido a pesar de los recurrentes apoyos públicos a través de incentivos, ayudas y subvenciones (caso de Rover en Gran Bretaña). [1]

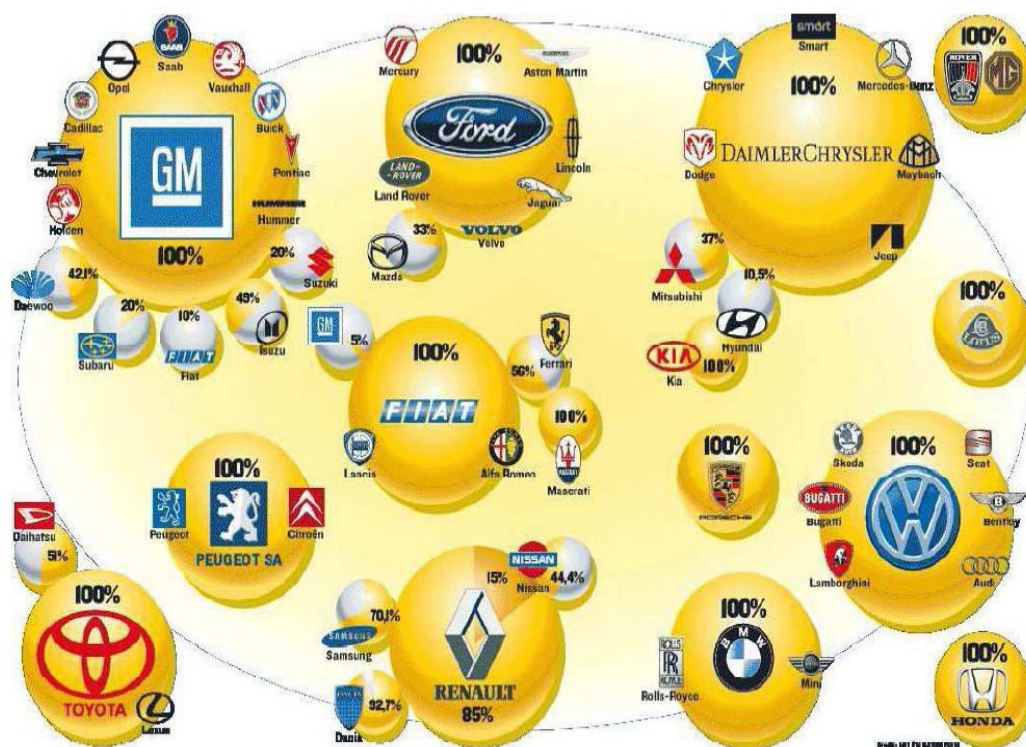


Figura 2.1. Esquema del oligopolio del sector del automóvil

El control de costes se ha convertido en el instrumento y en la estrategia más importante por parte de las empresas para acometer los profundos cambios que se están produciendo tanto en el marco competitivo como en el propio ámbito productivo. El incremento de los precios de las materias primas, la aparición de nuevos competidores, las cuantiosas inversiones en investigación y desarrollo, con objeto de conseguir fabricar coches más seguros y menos contaminantes, o las fuertes campañas de promoción, han obligado a abordar intensos proyectos de reducción de los costes de fabricación. Además, se están generalizando los casos de un exceso de capacidad productiva en muchos fabricantes, factor que puede desembocar en graves problemas sociales de ser necesario el cierre de plantas. En la Tabla 2.1 se muestra la clasificación mundial de los fabricantes de automóviles más destacados, en función del número de unidades producidas.

POSICIÓN	GRUPO	UNIDADES	POSICIÓN	GRUPO	UNIDADES
<b>1</b>	General Motors	<b>9.349.818</b>	<b>8</b>	Fiat	<b>2.679.451</b>
<b>2</b>	Toyota	<b>8.534.690</b>	<b>9</b>	Renault-Dacia-Samsung	<b>2.669.040</b>
<b>3</b>	Volkswagen Group	<b>6.267.891</b>	<b>10</b>	Hyundai	<b>2.617.725</b>
<b>4</b>	Ford	<b>6.247.506</b>	<b>11</b>	Suzuki	<b>2.596.316</b>
<b>5</b>	Honda	<b>3.911.814</b>	<b>12</b>	Chrysler	<b>2.538.624</b>
<b>6</b>	PSA Peugeot Citroën	<b>3.457.385</b>	<b>13</b>	Daimler	<b>2.096.977</b>
<b>7</b>	Nissan	<b>3.431.398</b>	<b>14</b>	BMW	<b>1.541.503</b>

Tabla 2.1. Clasificación de productores de automóviles a nivel mundial año 2007 [2]

### 2.1.1 Análisis sectorial

La industria del automóvil, en términos generales, tiene una serie de características que inducen a una problemática muy específica en muchos aspectos como la innovación, la fabricación o la comercialización. En concreto, entre dichas características se podrían destacar las siguientes [3]:

- a) La industria opera en régimen de oligopolio, por lo que un grupo muy reducido de empresas determina la oferta, la capacidad de innovación y el diseño de automóviles en todo el mundo. Se puede decir que esta industria ha sido de las más dinámicas y de las más activas desde el punto de vista de los procesos de concentración empresarial.
- b) Es muy importante la incorporación ininterrumpida de la más alta tecnología debido al impacto medioambiental y a los requerimientos de prestaciones que plantean los usuarios. Por tanto, uno de los grandes riesgos a los que se enfrentan las empresas del sector es que sus productos queden obsoletos a nivel tecnológico al no lograr el nivel de evolución deseado (basado en grandes inversiones en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I)) para mantener las ventajas competitivas. Igualmente, esta industria necesita hacer un importante uso de la publicidad para mostrar su producto y las características que le ofrecen superioridad sobre la competencia.

- c) Las empresas pertenecientes a esta industria requieren fuertes inversiones a nivel operativo para poder producir vehículos de distintas gamas en el mismo centro productivo. En ciertas ocasiones este gasto crea problemas de rigidez productiva.
- d) Genera una gran industria auxiliar y de componentes: industria del plástico, siderúrgica, electrónica, textil... En este sentido es una auténtica industria tractora capaz de inducir una intensa actividad económica en otros sectores.
- e) Dados los modelos de gestión empresarial vigentes en esta industria, es fundamental una intensa y constante colaboración con los proveedores y, consecuentemente, un alto nivel de externalización de las actividades secundarias.
- f) Existen elevadas barreras de entrada en el sector, tales como las grandes necesidades de capitalización, los fuertes y consolidados posicionamientos de las marcas, el acceso a proveedores fiables, el acceso a la tecnología que no está en el mercado sino dentro de las empresas o las posibles reacciones de los competidores.
- g) Al igual que existen elevadas barreras de entrada, también existe elevadas barreras de salida, especialmente relacionadas con la particularidad de los activos que utiliza la industria (a menudo de naturaleza estatal). Por consiguiente, es preciso destacar la especial naturaleza de los activos empresariales en este sector.
- h) Es una industria con un gran impacto medioambiental puesto que genera un producto especialmente contaminante. A partir de las crisis petroleras de los años 70 se ha producido un profundo cambio en los procesos de producción y en el producto final atendiendo a este criterio. En algunos países, como puede ser el caso de Dinamarca, el automóvil es prácticamente un bien de lujo debido a la fuerte presión fiscal que soporta este tipo de bienes.

- i) Dada la naturaleza hedonística del producto, se trata de una industria especialmente sensible al ciclo económico.

### 2.1.2 El sector de la automoción en Europa

El sector de la automoción representa el 2% del Producto Interior Bruto europeo y 7,5% de la actividad productiva total, dando empleo directo a 2 millones de personas y unos 10 millones de empleos indirectos, lo que le convierte en un sector clave no sólo a nivel europeo, sino también a nivel mundial. Además, como ya se ha destacado anteriormente, se trata de un sector donde la investigación y el desarrollo son de vital importancia. [4]

Las cifras productivas de la industria de la automoción (ver Tabla 2.2) reflejan el peso de este sector y la necesidad de apoyarlo con las capacidades técnicas y no técnicas, que le permitan alcanzar su competitividad respecto a otros entornos geográficos y económicos.

PAÍS	1980	1990	2000	2004
<i>Alemania</i>	3.520.934	4.660.657	5.131.918	5.192.101
<i>Bélgica</i>	882.001	1.160.412	912.233	857.119
<i>España</i>	1.028.813	1.679.301	2.366.359	2.402.103
<i>Francia</i>	2.938.581	3.294.815	2.879.810	3.227.416
<i>Italia</i>	1.445.221	1.874.672	1.422.284	833.548
<i>Países Bajos</i>	80.779	121.300	215.085	187.600
<i>Portugal</i>	61.000	60.221	178.509	150.781
<i>Reino Unido</i>	923.744	1.295.611	1.641.452	1.646.881
<i>Suecia</i>	235.320	213.895	259.959	290.383
<b>Europa Occidental</b>	<b>10.401.320</b>	<b>13.061.853</b>	<b>14.778.879</b>	<b>14.664.128</b>
<b>Europa Cent-Oriental</b>	<b>1.582.228</b>	<b>2.002.000</b>	<b>2.330.692</b>	<b>2.710.425</b>
<b>Europa</b>	<b>11.983.548</b>	<b>15.063.853</b>	<b>17.109.571</b>	<b>17.374.553</b>

Tabla 2.2. Evolución de la producción de automóviles en Europa [5]

El escenario actual es de una fuerte competencia entre las marcas tradicionales agravada por la incorporación de nuevos fabricantes y proveedores de componentes de origen coreano, indio y chino fundamentalmente. Tanto India como China van a ser

países claves en el devenir de esta industria debido al bajo coste productivo que están siendo capaces de ofrecer.

Es preciso indicar, que la suma de las estrategias industriales de las administraciones, conjuntamente con la fuerte competencia existente, hacen imprescindible identificar nichos de oportunidad de mejora competitiva adaptables a la tipología de las empresas instaladas en Europa. Las empresas pertenecientes a este sector, ganan o pierden contratos debido a pequeñas diferencias de coste respecto a sus competidores. Las capacidades de desarrollo tecnológico europeas, puestas al servicio del sector, pueden y deben contribuir a mantener un competitivo tejido industrial europeo.

La innovación tecnológica debe ser considerada como una fuente real y efectiva de mejora competitiva, que ofrezca la ventaja de no depender de ámbitos de decisión externos a la empresa.

### **2.1.3 La situación del sector en España**

Los orígenes de la fabricación de automóviles en España datan de mediados del siglo XX y, en concreto, están estrechamente vinculados con la fundación de la Sociedad Española de Automóviles y Turismo (SEAT). Desde entonces, y a pesar de las dificultades para acceder a los procesos de industrialización, España ha experimentado una espectacular evolución hasta llegar a ser uno de los principales productores de vehículos del mundo. En la actualidad, ocupa el séptimo lugar de la clasificación de productores mundiales y el cuarto por volumen de exportación. Esta clasificación es consecuencia de las 11 plantas instaladas en el país (ver Figura 2.2), correspondientes a un total de 9 empresas, y que dan trabajo directo a más de 300.000 personas. [3, 6]



Figura 2.2. Mapa con las principales fábricas de vehículos en España

No obstante, si se computara el empleo indirecto generado por el sector en España trabajarían para la automoción alrededor de dos millones de personas. El peso de este sector, incluyendo la industria de componentes, supone en la actualidad el 10% del Producto Interior Bruto del país.

Los datos de producción en España en los últimos tiempos no son muy buenos. La atonía económica de la Unión Europea, principal destino de las exportaciones, así como la introducción de nuevas marcas de origen asiático y el traslado de plantas de producción a países de nueva entrada en la Unión Europea (ver Figura 2.3), han forzado al máximo la situación.

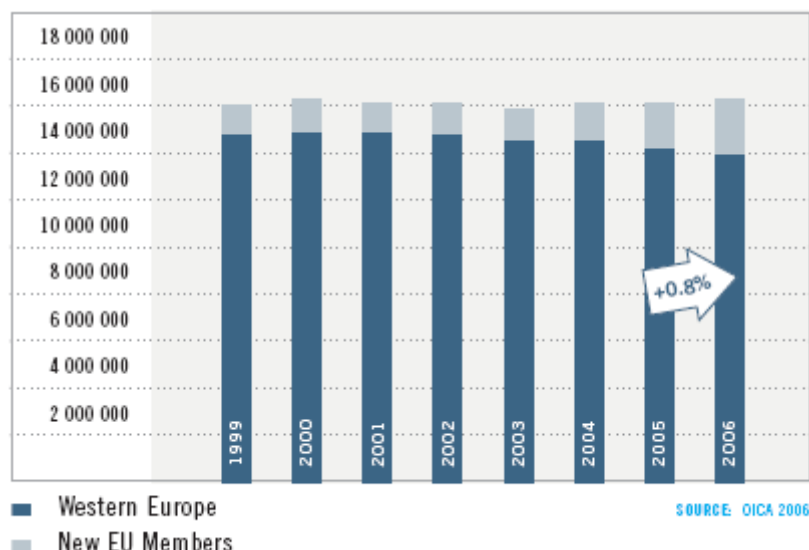


Figura 2.3. Evolución de la producción de coches en Europa en los últimos años [7]

Es además un agravante, que son los principales modelos que se fabrican en Europa los que están soportando una mayor oposición por parte de los nuevos competidores.

Dadas las características y singularidades productivas del sector de la automoción, es uno de los más susceptibles a experimentar procesos de deslocalización. En concreto, este fenómeno podría afectar severamente a medio y largo plazo a España por las ventajas e incentivos fiscales que las empresas reciben y los menores costes laborales que encuentran en los países del este europeo. Los países más desarrollados están intentando paliar esta tendencia, fruto de la globalización, a través de la creación de entornos tecnológicos favorables, readaptación de la normativa laboral a las necesidades específicas del sector y, especialmente, con una implantación de incentivos fiscales y garantías de reinversión por parte de las administraciones públicas de parte de la riqueza que genera esta actividad.

### 2.1.3.1 Influencia del sector en la balanza comercial

El sector del automóvil es especialmente relevante y estratégico para España. No sólo tiene una importancia sectorial de sobra conocida y derivada de sus repercusiones obvias en la creación de empleo, en la inversión y en la generación de riqueza, sino que también tiene una gran importancia para la balanza comercial tanto desde el punto de

vista cuantitativo, peso del sector en el conjunto de los intercambios con el exterior, como desde el punto de vista cualitativo, desde la perspectiva de los efectos que tiene en la configuración y en la definición de la estructura de dichos intercambios.

De hecho, cuantitativamente hablando, este sector es y ha sido durante años el primer título exportador en los intercambios con el exterior, además de ser el segundo importador. La exportación de los vehículos de transporte supone en la actualidad en torno al 30% y es, sin lugar a dudas, la que más contribuye al desarrollo económico de los procesos de industrialización y a la diversificación del tejido productivo. El déficit de exportaciones en 2005, respecto del año anterior, fue del 60% y se debió principalmente a la reducción del consumo de automóviles producidos en España por parte de Francia, Alemania e Italia.

La industria del automóvil ha sido un actor muy destacado en el desarrollo industrial de España en la segunda mitad del siglo XX. Una evolución que ha ido desde la implantación, a mediados del siglo pasado, de la primera factoría de SEAT hasta llegar a la situación de actual con 11 plantas en todo el país (correspondientes a distintos grupos empresariales). Por tanto, se puede asegurar que es imposible entender el proceso de industrialización en España obviando la industria del automóvil. [1]

El riesgo que existe actualmente de posibles deslocalizaciones en el sector, debido a las grandes dificultades que está pasando la industria de la automoción en Europa occidental y en Estados Unidos a causa de una sobrecapacidad productiva y al incremento de la competencia, puede ser especialmente grave si no se adoptan rápidamente medidas y políticas industriales de carácter estructural. Este riesgo se está agravando a día de hoy en España. A corto plazo se está reteniendo la capacidad productiva mejorando la productividad y, por tanto, la competitividad de las “plantas españolas”, pero en poco tiempo esto dejará de ser un incentivo para los distintos grupos empresariales del sector presentes en España. Las consecuencias serían terribles a nivel social de llegarse a una situación de pérdida masiva de producción de automóviles, y a nivel económico, incrementaría el déficit comercial (actualmente bajando a límites históricos por la pérdida de competitividad de los productos y mercados españoles en el



exterior) deteriorando la tasa global de intraindustrialidad de los intercambios españoles con el exterior.

### **2.1.3.2 Situación actual del sector**

La situación actual que vive el sector de la automoción en España es realmente crítica. Por un lado las ventas caen y por el otro, las exportaciones a países europeos de vehículos fabricados en España están disminuyendo también desde mediados de 2008. Estos dos aspectos revelan el problema de sobrecapacidad de las plantas instaladas en España y están obligando a definir nuevas estrategias que permitan al sector superar la crítica situación que está viviendo en estos momentos.

### **2.1.3.3 Perspectivas de futuro**

Los concesionarios o distribuidores autorizados, contrarrestando la propia expansión de otros canales, van a seguir desempeñando un importante papel en la distribución y en la conformación de la demanda de automóviles. En el ámbito de la producción se va a agudizar aún más la tendencia a la *customización* o proceso de adaptación del producto a las necesidades o demandas concretas del cliente mediante una flexibilización máxima del proceso productivo.

El sector se siente amenazado, no solo en España sino en toda Europa, por el fenómeno de la sobrecapacidad productiva, especialmente causada por el fuerte incremento de la competencia que ha generado la globalización de las empresas fabricantes de los países asiáticos y de la Europa del este. La perseverancia en el tiempo de la sobrecapacidad productiva irá incrementando los riesgos de deslocalización de no lograrse mayor número de ventajas competitivas de los fabricantes europeos sobre los asiáticos.

La cuestión clave que se plantea es si se será capaz de mantener, o incluso de mejorar, la situación actual en un futuro inmediato. Para ello, es fundamental que el mercado interno se desarrolle de forma positiva y que tanto las condiciones fiscales como laborales permitan a la industria del automóvil en España ser competitiva a nivel mundial.

#### **2.1.4 La industria auxiliar de la automoción**

La industria auxiliar del automóvil es una de las unidades de negocio más importantes de los fabricantes de vehículos. Esta industria cuenta con una característica muy positiva, ya que su ciclo económico habitualmente no coincide con el de la venta de vehículos puesto que su gran mercado es el de la venta de piezas de recambio.

Por otro lado, existen fabricantes que se dedican exclusivamente a la producción de componentes y para los que el mercado varía entre la venta de piezas de recambio y el de suministro directo de piezas a las fábricas de montaje de vehículos.

En la actualidad, el sector de equipos y componentes está aportando los mayores beneficios dentro de la automoción y está generando la mayor parte de los nuevos puestos de trabajo.

##### **2.1.4.1 La industria de componentes frente a la industria de fabricantes de vehículos**

La industria de componentes se ha desarrollado siempre a la sombra de la industria de los fabricantes de vehículos desde sus inicios. No se trata, por tanto, de una industria de reciente implantación aunque sí ha sido en la última década cuando mayor expansión ha experimentado. A pesar de la ralentización de su crecimiento en los últimos años, la situación del sector de componentes puede calificarse como en evolución positiva.

El mercado de la pieza de recambio muestra una situación bastante más favorable que la de los fabricantes de vehículos, ofreciendo unos buenos resultados tanto en facturación como en generación de empleo. En un contexto de expansión y competitividad internacional es una industria viva, puesto que requiere de continuas inversiones para fortalecer las redes logísticas ya existentes y para la creación de las nuevas.

## 2.2 LA EMPRESA RENAULT

Dentro de este apartado se hará un breve recorrido por la historia de la compañía, para posteriormente hablar de su estrategia y objetivos actuales.

### 2.2.1 Historia

Renault fue fundada en 1898 por Louis Renault pionero de la industria automovilística y del taylorismo en Francia, junto con sus hermanos Marcel y Fernand, y su armador de la época Francois Pefaure, bajo el nombre de *Renault Frères*. La muerte de Marcel en 1903 en la carrera París-Madrid y la de Fernand en 1907, dejó la sociedad en manos de Louis Renault y su nombre cambió a "*Société des Automobiles Renault*". Entre las dos guerras mundiales, Louis Renault mantuvo a flote la empresa diversificando la producción. Además de automóviles, producía camiones, maquinaria agrícola e industrial, y motores de aviación. La fábrica de Billancourt, que había crecido hasta las 67 hectáreas, llegó a contar con 30.000 empleados antes de la crisis de 1929.

Renault fue un escenario primordial en las revueltas obreras de 1936, en las que, además de un aumento salarial, se llegó al reconocimiento de las organizaciones sindicales, el derecho a las vacaciones pagadas, la firma de un convenio colectivo y la reducción de la jornada laboral como forma de luchar contra el desempleo. [8]

Durante la II Guerra Mundial, las factorías de Renault produjeron material para el ejército nazi alemán, por lo que, posteriormente, Louis fue detenido tras la liberación de Francia en 1944 y murió en prisión antes de haber preparado su defensa. Toda la empresa pasó a ser propiedad del gobierno francés por lo que Renault se convirtió en una empresa pública denominada *Régie Nationale des Usines Renault*.

De 1979 a 1987, Renault poseyó la mayor parte de American Motors Corporation (AMC), que posteriormente fue vendida a Chrysler Corporation en Marzo de 1987. En 1986 el gobierno francés se planteó su privatización y en 1996 Renault ya estaba parcialmente privatizada. En enero de 2001, vendió su división industrial

(*Renault Véhicules Industriels*) a Volvo, que la renombró como Renault Trucks en 2002.

Desde 1999 la empresa inicia una alianza con el fabricante asiático de vehículos Nissan. La participación de Renault en el capital de Nissan es actualmente de un 44 % y las sinergias entre ambos grupos se desarrollan de manera continua. Esta alianza, unida con las compras de Samsung Motors y de Dacia, está acelerando la internacionalización de Renault y dando un fuerte estímulo a su estrategia de crecimiento global.

### 2.2.2 Estrategia

A medio-largo plazo son tres los compromisos principales de la marca sobre los que construye su estrategia de futuro [9]:

- Una **estrategia agresiva de producto**, que en definitiva, fortalezca y amplíe la gama renovando los modelos existentes, entrando en nuevos segmentos y reforzando toda la gama alta.
- Además de un ambicioso objetivo de ventas, la marca está muy comprometida en **progresar en calidad y prestaciones tecnológicas**. Un ejemplo es la continua evolución de vehículos como el Renault Laguna o el Renault Megane, de los que se pretende logren situarse a corto plazo entre los tres mejores de sus respectivos segmentos, tanto en calidad de producto como en servicio.
- Seguir evolucionando con respecto a la **disminución de consumo de carburante y de las emisiones de CO<sub>2</sub>** en sus vehículos. También fortalecer las líneas de investigación de tecnologías alternativas más seguras y menos contaminantes.

### 2.2.3 Objetivos

- Lograr un **margen operativo del 6%** en el año 2010, que le posicione como el constructor generalista europeo más rentable.
- **Aumentar** en un 80% las **ventas fuera de Europa**.

- **Expandirse** en mercados con fuerte capacidad de crecimiento (Europa central, Asia y Sudamérica). [9]

## 2.3 LA DIRECCIÓN LOGÍSTICA DE PIEZAS Y ACCESORIOS (DLPA)

La Dirección Logística de Piezas y Accesorios (ver Figura 2.4) forma parte de la dirección comercial de Renault y está encargada de explotar la actividad de ventas de piezas de recambio para automóviles. Esta unidad de negocio independiente, tiene por objetivo ser un actor mayor a nivel mundial en la distribución de piezas de recambio y accesorios, con la ambición de poseer a finales de 2010 un 10% del mercado en este dominio.



Figura 2.4. Foto aérea de la DLPA y sus almacenes anexos

La misión de la Dirección Logística de Piezas y Accesorios puede dividirse en tres grandes ejes:

- Concebir, poner en marcha y hacer evolucionar la logística de sus productos comerciales.
- Asegurar la satisfacción cliente, poniendo a su disposición el producto en el plazo convenido y al menor coste posible.

- Contribuir a la fidelización de la red proveyéndola de la información y la asistencia necesarias.

Si se habla de la Dirección Logística de Piezas y Accesorios en cifras, las más destacadas son las siguientes:

- 2.000 empleados.
- 13.000 clientes en Europa y 110 importadores.
- 129.000 referencias gestionadas.
- 180.000 líneas de pedido servidas al día.
- 400.000 m<sup>2</sup> de superficie de almacenes solo en Francia.

Esta unidad de negocio de Renault asegura la relación entre los proveedores de productos (12 fábricas y 19 filiales industriales Renault, así como 1200 proveedores exteriores tales como Bosch, Siemens o Valeo) y sus clientes dando soporte logístico. La distribución geográfica de los clientes de la DLPA es:

- Francia: 500 concesionarios Renault.
- Europa: 15 países vía 9 Centros de Distribución Europeos.
- Grandes exportaciones fuera de Europa: 5 filiales y 110 importadores.

### **2.3.1 Funcionamiento del flujo de materiales**

Como ya se ha comentado en el apartado anterior, la misión de la DLPA es, a partir de las piezas que recibe de las fábricas de Renault y de sus proveedores externos, almacenar estas piezas y distribuirlas según las necesidades que sus clientes tienen en el mundo.

El proceso de distribución tiene mayor o menor complejidad en función de la ubicación geográfica de los clientes, ya que gran parte del material tiene como punto de origen alguno de los almacenes centrales situados en Francia. La Figura 2.5 muestra de manera resumida el desarrollo del flujo de distribución en función de los distintos clientes.

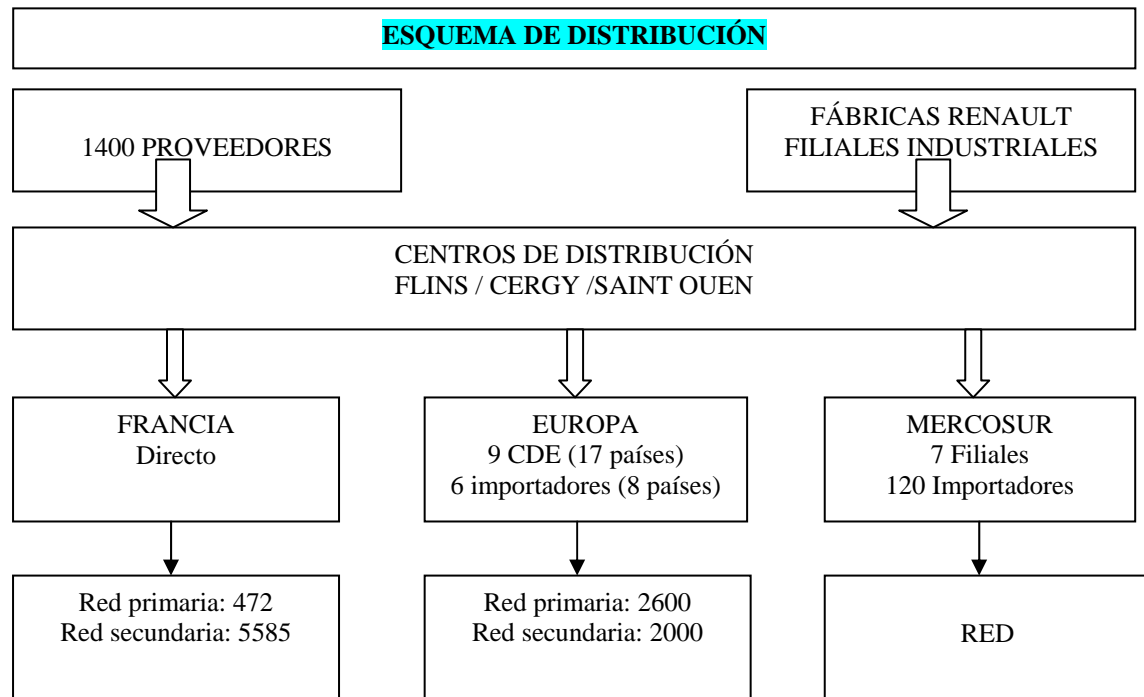


Figura 2.5. Esquema del flujo de materiales desde los proveedores hasta las redes finales de distribución

Como se muestra en el esquema anterior, la Dirección Logística de Piezas y Accesorios cuenta con tres grandes almacenes (Flins, Cergy, Saint Ouen) en los cuales se realiza la recepción de piezas enviadas por los proveedores y desde los que se hacen las entregas a las redes finales situadas en Francia, a los almacenes emplazados por toda Europa y se gestiona la distribución fuera de Europa. Cada uno de estos almacenes tiene un bloque de referencias asignadas (ver Tabla 2.3), pues es habitual que el producto condicione en los almacenes el tipo de mobiliario necesario para el almacenamiento de las piezas.

	CDPR Flins	CDPR Cergy	CDPR St. Ouen
<b>Tipo de piezas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chapa</li> <li>• Parachoques</li> <li>• Piezas de gran volumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motores</li> <li>• Cajas de cambio</li> <li>• Parabrisas</li> </ul>	Materiales peligrosos (anticongelante, líquido de frenos, pintura...)
<b>Actividad complementaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devoluciones de los CDPR</li> <li>• Gestión de llaves</li> </ul>	Acondicionamiento de pedidos	
<b>Referencias almacenadas</b>	29 000	80 700	4 000
<b>Número de líneas de pedido servidas al día</b>	24 000	65 100	6700

Tabla 2.3. Tipos de piezas gestionadas por cada gran centro de distribución situado en Francia

Para las redes finales de distribución situadas en Francia, la tarea a realizar por estos grandes almacenes es la de preparar, de manera agrupada por proximidad geográfica, los pedidos que los distintos talleres hacen a las redes de distribución final.

Cuando los clientes son europeos pero se encuentran ubicados fuera de Francia, su misión es la de enviar material a los centros de distribución europeos. En este caso, nunca se realiza la preparación de pedidos en Francia ya que siempre se hace en el Centro de Distribución Europeo que suministra al país del cliente.

En el caso de los clientes no europeos, la tarea consiste en organizar los envíos de material desde las filiales industriales más próximas a ese país o, en el caso que esto no sea posible, desde Francia.

Finalmente destacar alguna de las fórmulas que se utilizan para conseguir uno de sus objetivos fundamentales como es responder a las expectativas de los clientes. Particularizando para los mercados francés y europeo, existe una estrategia que diferencia dos tipos de pedidos ajustándose a dos necesidades distintas del cliente:

1. **Pedidos urgentes:** garantizan que la entrega de la pieza se realice antes de las 8 de la mañana del día siguiente al que se realiza el pedido, siempre que el pedido se haya realizado antes de la 16 h (solo para Francia).



2. **Pedidos contra stock:** suponen que Renault se compromete a entregar el pedido en un plazo máximo de una semana para Francia y de seis días para cualquier centro de distribución europeo.

## 2.4 LA UNIDAD DE PROYECTOS INTERNACIONALES

Proyectos Internacionales forma parte del área logística de la DLPA y su función principal es desarrollar, dentro de Renault, nuevos proyectos logísticos a nivel internacional (diseño de flujos logísticos, diseño de almacenes, puesta en marcha de los sistemas de información necesarios), además de calcular, dirigir y coordinar todos los proyectos de mejora o expansión que sean necesarios en los centros de distribución ya existentes en todo el mundo menos en Francia, puesto que existe otra unidad encargada únicamente de realizar esta tarea.

La metodología de trabajo que se sigue está claramente estandarizada y varía ligeramente en función de si el proyecto es de nueva implantación (ver Figura 2.6) o de mejora de almacenes ya existentes (ver Figura 2.7). Es muy importante conocer el funcionamiento que tiene esta unidad para posteriormente encontrar la finalidad de las dos herramientas que se expondrán en este proyecto. El objetivo de ambas herramientas es muy claro; ahorrar tiempo a las personas encargadas de los diferentes proyectos que llegan a la unidad.

Finalmente, cabe reseñar que el cometido de Proyectos Internacionales finaliza cuando el proyecto logístico está completamente finalizado y operativo. La explotación de las redes de distribución forma parte de las tareas de otra de las unidades que componen el área de logística de Renault.

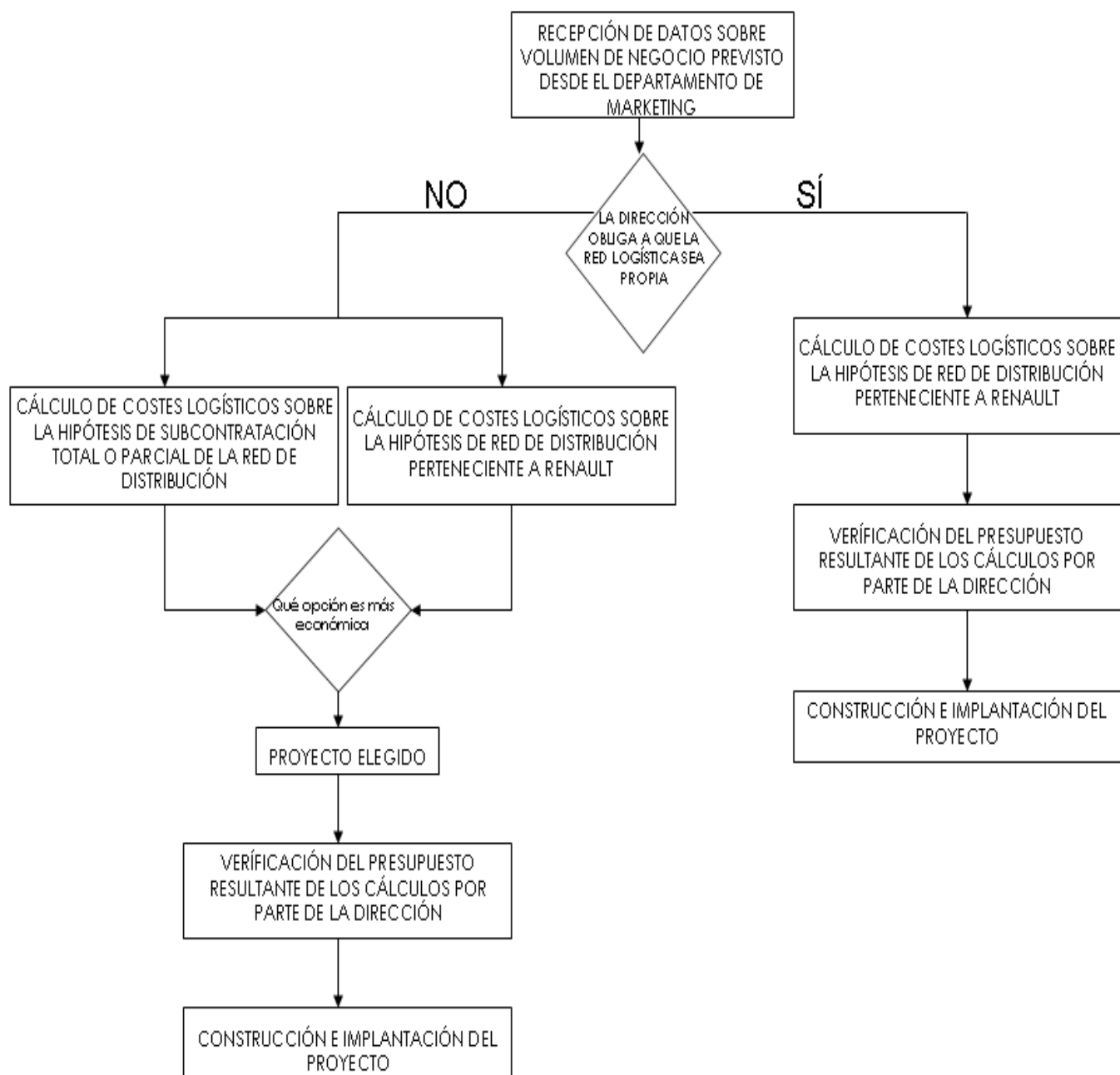


Figura 2.6. Esquema del funcionamiento de la unidad de Proyectos Internacionales para el caso de proyectos de nueva implantación

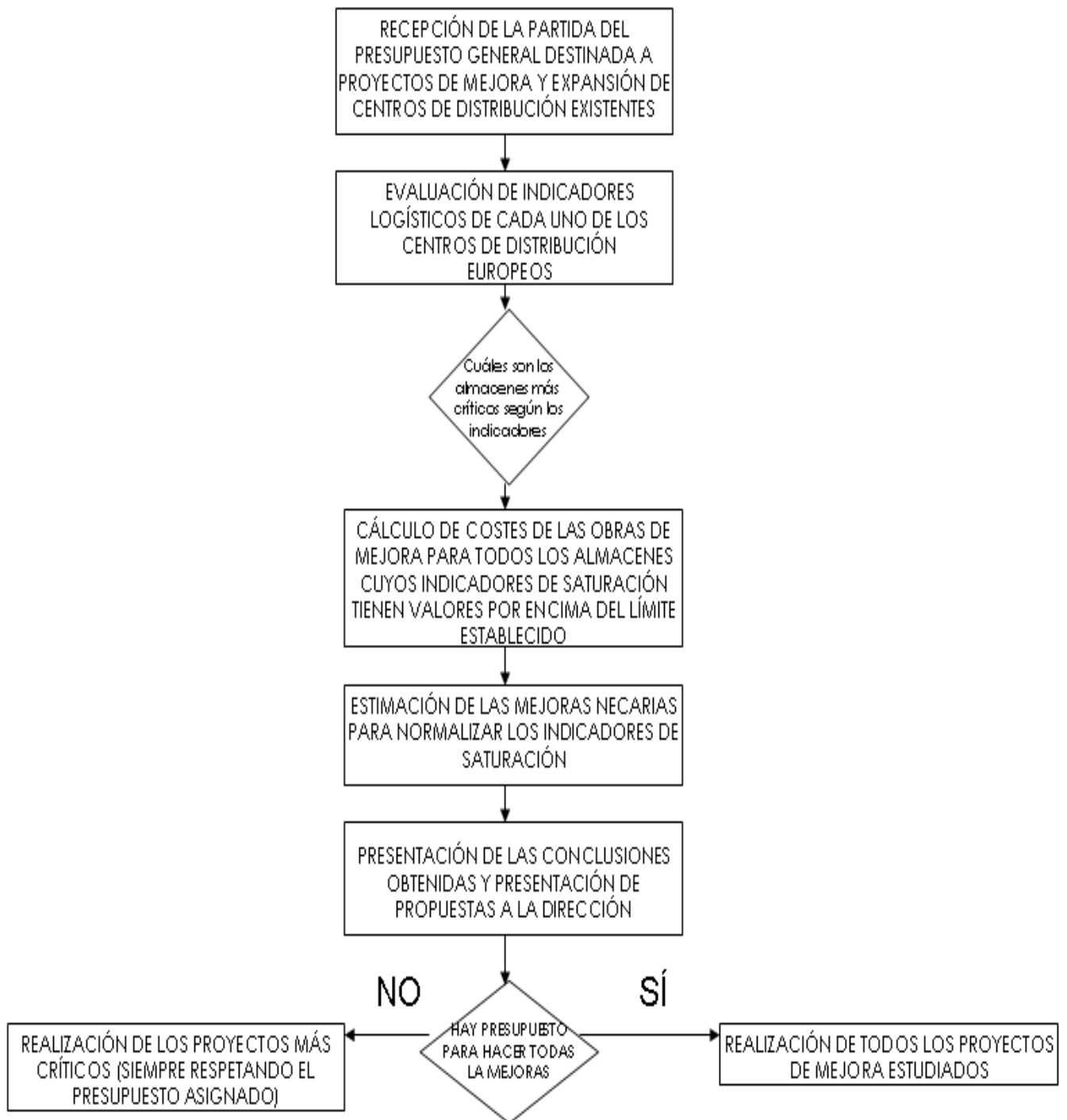


Figura 2.7. Esquema del funcionamiento de la unidad de Proyectos Internacionales para el caso de proyectos de mejora de centros de distribución existentes

## 3 Estado del arte

El objetivo de este tercer capítulo es realizar una introducción sobre el sistema logístico como herramienta de dirección empresarial, exponer el funcionamiento de una compañía cuya organización esté basada en la logística integral y finalmente determinar la posición de los almacenes de distribución dentro de este sistema de gestión.

Se comenzará por una breve introducción y una cronología histórica de la evolución de la logística dentro de la empresa, continuando por la definición de los conceptos fundamentales de la logística integral, para concluir con un apartado en el que se detallarán los diferentes almacenes que existen, sus características principales y el tipo de mobiliario que habitualmente los compone.

## **3.1 EL CAMPO DE LA LOGÍSTICA**

En este punto se va a realizar una rápida revisión de los principales factores socioeconómicos acontecidos en las últimas décadas y que han influido en la necesidad de crear un nuevo concepto de logística como herramienta de dirección empresarial. Se agruparán los distintos fenómenos en dos grandes grupos: desde el punto de vista del producto y desde el punto de vista del mercado.

### **3.1.1 Desde el punto de vista del producto**

Un producto debe estar en continua evolución puesto que los clientes van aumentando el nivel de exigencia con el tiempo (tamaño, imagen, coste...) y la competencia es muy grande en cualquier sector. Hay tres factores sobre los que trabajan las empresas para lograr satisfacer las pretensiones del mercado de mejor manera que sus competidores [10]:

- **FACTOR CALIDAD:** En los últimos 25-30 años, el concepto de calidad ha evolucionado de una forma tan significativa, que si bien en el principio de la época industrial se medía como el porcentaje de rechazo de un producto con relación a sus especificaciones técnicas, hoy en día se habla de calidad total o cero defectos. Esto ha provocado que en el mercado actual, la calidad sea un factor imprescindible pero no suficiente para diferenciarse de otros productos pertenecientes los competidores.
- **FACTOR DISEÑO:** El diseño de los productos se homologa siendo bastante difícil diferenciar un producto de otro. Si los artículos son similares desde un punto de vista de diseño y calidad dentro de una determinada gama de productos, el mercado poco a poco va perdiendo la fidelidad a la marca, moviéndose sus preferencias de compra por otro camino (motivaciones y acciones especiales de marketing y servicio).
- **FACTOR OPORTUNIDAD DE LANZAMIENTO:** Como consecuencia de lo expuesto en los dos puntos anteriores, el ciclo de vida de los productos (tiempo

desde que se lanza un producto al mercado hasta que es remplazado por otro sustitutivo, ver Figura 3.1) se acorta de manera muy significativa. Así puede decirse que si este ciclo de vida se medía antes en términos anuales, ya que las empresas lanzaban un nuevo producto cuando el actual se quedaba tecnológicamente obsoleto, hoy en día se mide en términos de meses, puesto que los productos se renuevan no por razones tecnológicas, sino más bien por razones comerciales, motivado por la alta competitividad del mercado. Esto obliga obviamente a soportar un amplio riesgo de obsolescencia comercial en los *stocks*, así como la necesidad de disminuir el tiempo necesario para situar un producto en el mercado (*Time To Market*).

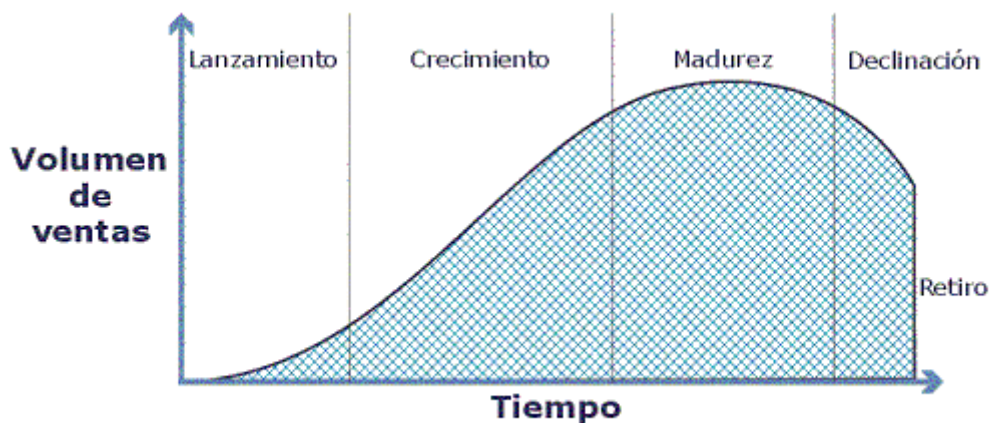


Figura 3.1. Esquema del ciclo de vida de un producto

### 3.1.2 Desde el punto de vista del mercado

A partir de la década de los 50 el mercado entra plenamente en la época post-industrial, caracterizada por una competencia feroz entre fabricantes, debido a fenómenos tales como el desarme arancelario o la globalización de los mercados, de tal manera que ya es historia hablar de los bloques económicos tradicionales y hay que pensar en una globalización de la economía. Se observa que el término tradicional de competencia ha pasado a competitividad, e incluso a hipercompetitividad. De esta manera en las relaciones comerciales, el cliente se ha convertido en alguien de quien se debe lograr una satisfacción total, ofreciéndole el producto que desee, el momento en el que lo solicite, de una forma rápida y eficaz y en el contexto de un servicio total.

Como consecuencia de todo lo expuesto en el párrafo anterior, se produce un fenómeno de proliferación de canales de venta. Antes los productos se vendían mediante canales de venta tradicionales (ferreterías, perfumerías...) pero, hoy en día, la aparición de las grandes superficies comercial ha hecho que, a excepción de algunos productos tradicionales, la mayor parte deba distribuirse en múltiples de canales de venta. [10]

La principal conclusión es que el esfuerzo de marketing ya no está tan enfocado a la venta del producto como a la satisfacción del cliente.

## 3.2 EVOLUCIÓN LOGÍSTICA DE LA INDUSTRIA

Una vez que se ha repasado la situación industrial desde el punto de vista de producto y mercado, se analizarán cuáles han sido las tendencias naturales en la organización empresarial ante los diferentes cambios que ha habido en el entorno.

En primer lugar, la empresa asume la necesidad de tener que dar un servicio lo más completo posible en términos de disponibilidad del producto y rapidez de entregas, ya que de lo contrario perdería parte de su mercado. Esto induce a crear un sistema de distribución capilar, basado en la proliferación de almacenes situados lo más cerca posible de los puntos de venta. Indudablemente esta política lleva a tener un exceso de capacidad, a nivel de infraestructuras de almacenes e inversiones en *stocks* de producto terminado, lo que se traduce en un capital inmovilizado grande. Por otra parte, lo altos niveles de *stock* con un *Time to Market* excesivo y una vida corta del producto se traducen en unos costes de obsolescencia importantes. En definitiva, los costes de distribución restan puntos al margen bruto de la empresa, haciéndola cada vez menos competitiva. [10]

Un factor importante que ha contribuido, y que aún sucede, a la mala gestión empresarial es la excesiva individualidad de los departamentos, creándose unidades autónomas que gestionaban el negocio ocupándose únicamente de sus objetivos particulares e ignorando el resultado global que sus decisiones tenían sobre el conjunto. Sirva de ejemplo que en algunas empresas con una estructura industrial y comercial

importante, con frecuencia se ha producido la situación de que los responsables comerciales nunca habían visitado sus propias fábricas, y a su vez, los responsables de las fábricas no conocían en absoluto las exigencias o tendencias del mercado. Obviamente este desconocimiento se traducía en una falta de comunicación y coordinación de las actividades empresariales.

En definitiva, como reacción a todo lo expuesto, surge el concepto de **logística integral**, cuya filosofía fundamental se basa en que el flujo de materiales debe ser considerado en su integridad y no de forma segmentada. Los objetivos fundamentales que se persiguen son los siguientes:

- Mejora del nivel de servicio al cliente.
- Mejora del sistema de información y la comunicación entre las distintas áreas,
- Disminución drástica de las inversiones en *stock*.
- Flexibilización de la fuente de suministros para adaptarla a las necesidades del mercado (amplia gama de productos y bajo tiempo de respuesta).
- Mejora global de la empresa fijando objetivos medibles y operativos.

### 3.3 LA LOGÍSTICA EN LA EMPRESA

La palabra logística, que procede etimológicamente del griego (flujo de materiales), se empieza a aplicar en la empresa a partir de la década de los sesenta, si bien su origen procede del ámbito militar que la empezó a emplear a partir de la Primera Guerra Mundial como función de apoyo para el abastecimiento de tropas y control de los recursos necesarios para las actividades bélicas. [10]

En la empresa la palabra logística se relaciona de una forma directa con todas las actividades inherentes a los procesos de aprovisionamiento, almacenaje y distribución de productos. Se comprende fácilmente que, desde que existió la actividad industrial, siempre hubo problemas relacionados con el aprovisionamiento, fabricación, almacenaje y distribución de productos, aunque sin embargo, no existía el concepto de logística tal y como hoy se entiende. La diferencia fundamental es que actualmente la



logística no es simplemente una más de las actividades de una empresa, sino una filosofía específica en la forma de gestionar la misma.

Tradicionalmente en la empresa han existido tres ciclos básicos de gestión (ciclo de aprovisionamiento de materiales, ciclo de fabricación y ciclo de almacenaje y distribución) los cuales operaban de una forma inconexa. El problema principal que se planteaba al responsable de aprovisionamiento era el de contar con los materiales y componentes necesarios para que la fábrica pudiese elaborar sus productos con continuidad, evitando el riesgo que suponía detener la producción por falta de esos elementos y siempre buscando lograr estos productos al menor coste posible (lotes económicos de compra). Como consecuencia se generaban unos *stocks* que en ciertos momentos resultaban innecesariamente excesivos, con los consiguientes costes de capital invertido e inmovilizado y con riesgo de obsolescencia o caducidad de productos.

Por otro lado, lo que deseaba la fábrica era un programa con un horizonte amplio y estable de fabricación que le permitiese producir a gran escala, para obtener unas economías en la producción y abaratar los productos que fabricaba, dando lugar a unos *stocks* de producto terminado que a veces no se podía vender.

La distribución física se hacía con criterios económicos (cargas completas de camiones y medios económicos de transporte), sin atender a las exigencias de rapidez y fiabilidad que hoy día exige el mercado.

En definitiva, todas estas acciones se traducían en tiempos largos de respuesta al cliente y en excesivas inversiones en capital (*stocks*), cuyas consecuencias inmediatas eran la pérdida de cuota de mercado y el encarecimiento de los costes de la empresa. Para intentar solucionarlo la logística evoluciona sustancialmente creando sistemas integrados de información y control, con el objetivo de lograr un flujo continuo de información y productos que permita minimizar las inversiones y consecuentemente reducir los costes operativos.

### 3.4 LA LOGÍSTICA INTEGRAL

Antes de entrar en la definición de logística integral, se van a definir algunos conceptos previos para facilitar la exposición del concepto general.

#### 3.4.1 Los flujos logísticos

A lo largo de toda la cadena logística es fundamental el concepto de control del flujo tanto de mercancías, como de la información que lo genera.

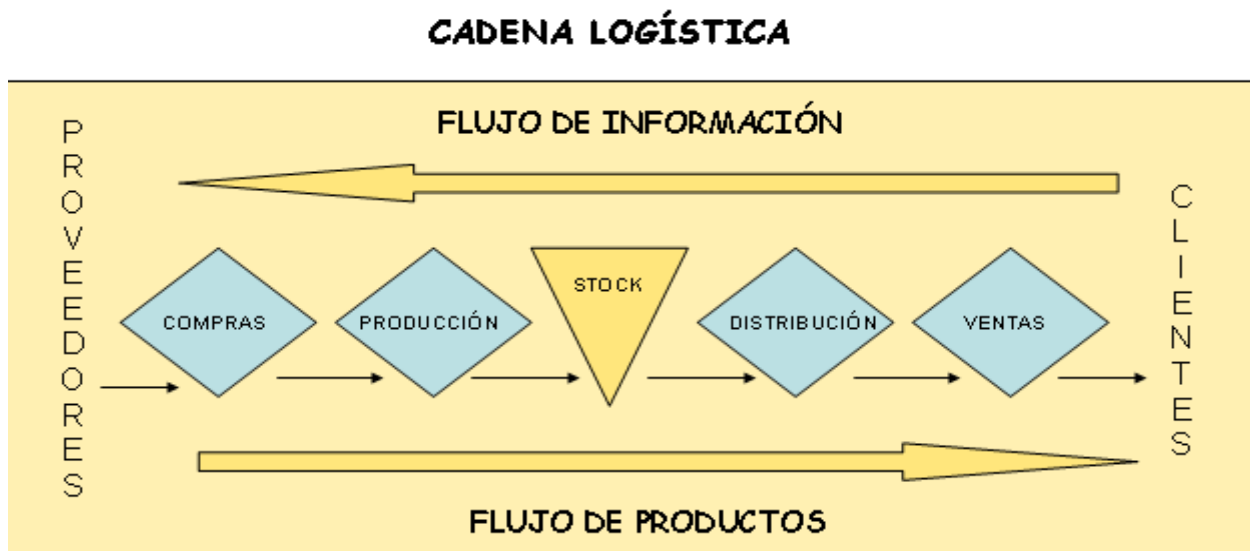


Figura 3.2. Esquema con las diferentes etapas de la cadena logística

Como se puede observar en la Figura 3.2, el flujo de materiales va desde la fuente de aprovisionamiento (proveedor) hasta el punto de venta (cliente), mientras que la información que genera el referido flujo de material va en sentido contrario. Sobre el sistema de información es importante tener las siguientes consideraciones:

- El plan de marketing genera las previsiones de venta.
- Las previsiones de venta generan el nivel de *stock* requerido.
- La diferencia entre *stock* existente y requerido más el plan de ventas genera las previsiones de fabricación.
- Las previsiones de fabricación generan las órdenes de producción.
- Las órdenes de producción generan pedidos a proveedores.

Por el contrario, el flujo de productos se inicia con el aprovisionamiento de materiales, pasando por una serie de fases intermedias como las de almacenamiento, fabricación y transporte, hasta que el producto se sitúa en el punto de venta. En la Figura 3.3 se pueden observar las diferentes etapas que tiene el flujo de materiales dentro de un sistema de gestión basado en logística integral, relacionándolos con los costes logísticos y el nivel de servicio (parámetro básico para medir la satisfacción cliente).

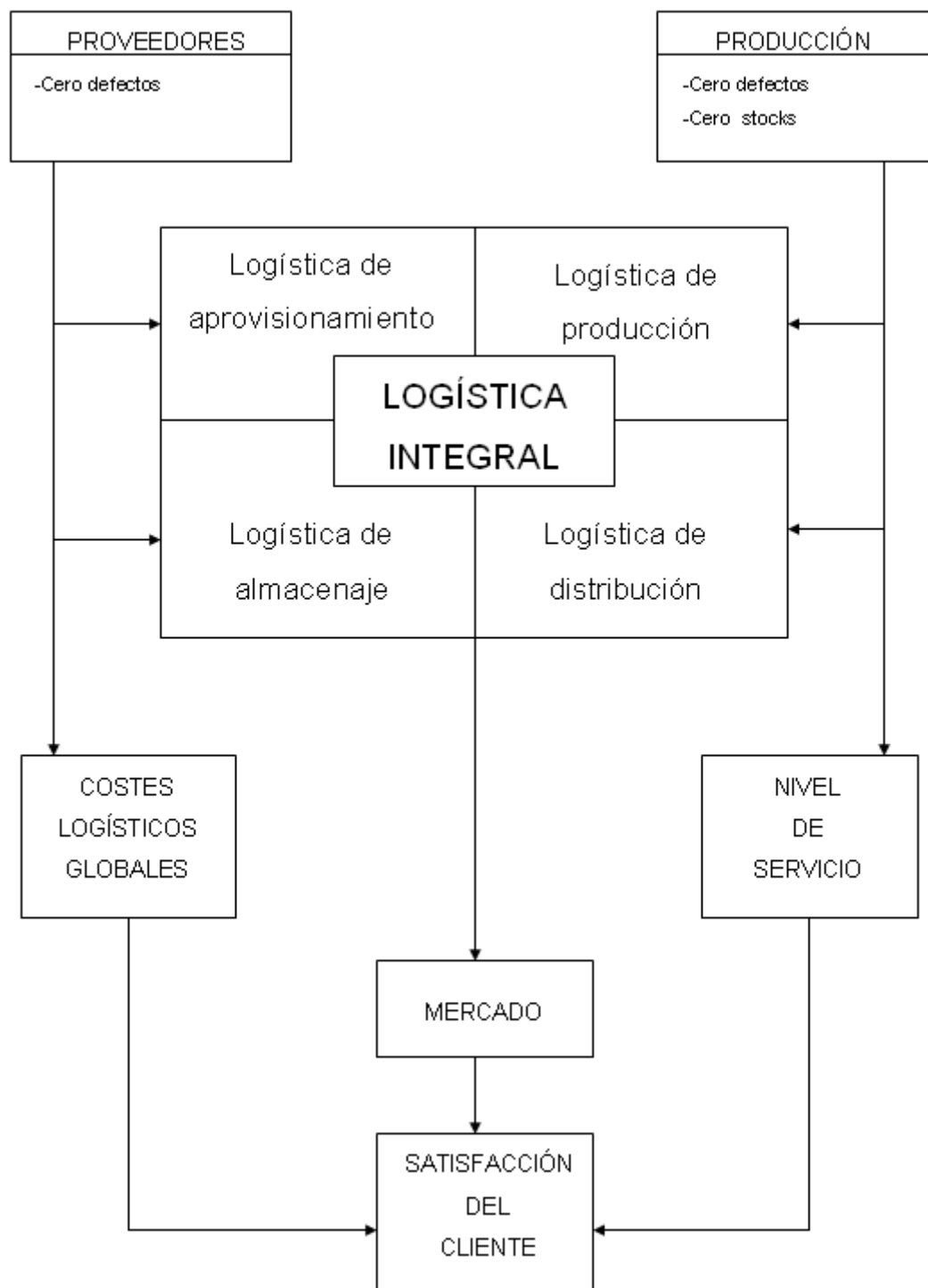


Figura 3.3. Esquema con las diferentes etapas del flujo de materiales [11]

### 3.4.2 Capacidad industrial

En términos industriales, capacidad se refiere al ritmo máximo de *output* (salida de materiales) que se puede conseguir con los medios tecnológicos y humanos disponibles. En toda instalación industrial (fábrica, almacén...) existe un cuello de botella que estará limitando el *output* máximo [10]. En la Figura 3.4 se ilustra el concepto de manera gráfica.

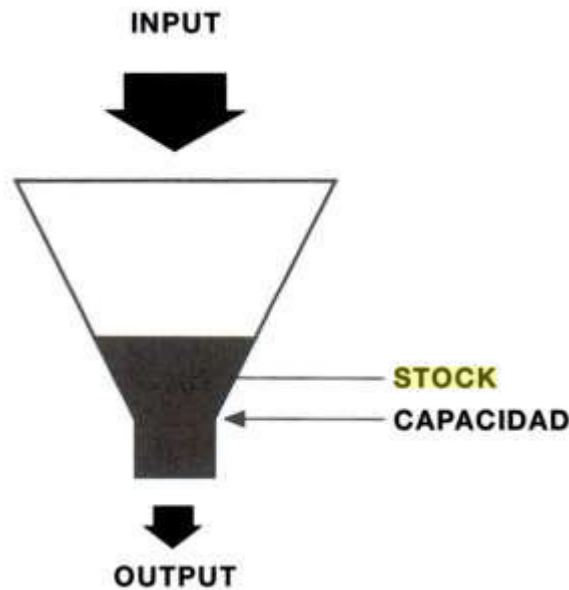


Figura 3.4. Esquema representativo de un cuello de botella

En este símil representativo de un embudo del que entra y sale agua, el nivel de líquido representa el *stock* y los *input* – *output* los ritmos de aprovisionamiento y distribución física. El embudo representa la infraestructura empleada (almacenaje y distribución física). El *output* final está limitado por el cuello de botella que corresponde al proceso de fabricación.

La condición fundamental para el correcto funcionamiento de un modelo de distribución es que las capacidades existentes a lo largo de la cadena logística estén equilibradas y armonizadas de acuerdo con el plan de ventas, que marcará la capacidad requerida según previsiones.

### 3.4.3 *Lead time*

El *lead time* es una expresión genérica utilizada continuamente en logística para definir la rapidez del flujo de materiales. Por definición, es el tiempo que se pasa desde el inicio de un proceso operativo (aprovisionamiento, almacenaje, fabricación, distribución) hasta su finalización.

Por ejemplo, el *lead-time* de aprovisionamiento de materiales es el tiempo total invertido desde que se conoce la necesidad de comprar el componente hasta que el producto está en la ubicación requerida para poder iniciar el proceso de fabricación al que pertenece. Este *lead time* podría descomponerse en diferentes etapas tales como [10]:

- Cálculo de la necesidad de material.
- Tramitación del pedido proveedor.
- Plazo de entrega del proveedor.
- Recepción y control de la calidad del producto.
- Ubicación física en las estanterías del almacén.
- Comunicación al sistema informático de la disponibilidad del producto para su utilización.

### 3.4.4 El concepto de logística integral

Una definición formal del concepto de logística integral fue la establecida por el *Council of Logistic Management* en 1986, el cual establece que [12]:

*“Es el proceso de planificación, implementación y control eficiente del flujo efectivo de costes y almacenaje de materiales, inventanados en curso y productos terminados, así como la información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el fin de atender a las necesidades del cliente”*

De manera simplificada, se puede definir el concepto de logística integral como [12]:

*“El control del flujo de materiales desde la fuente de aprovisionamiento hasta situar el producto en el punto de venta de acuerdo con los requerimientos del cliente”*

Es importante destacar que los dos condicionantes fundamentales son:

1. MÁXIMA RAPIDEZ EN EL FLUJO DE PRODUCTOS.
2. MÍNIMOS COSTES OPERACIONALES.

La rapidez en el flujo de producto va ligada al control del *lead time* (o tiempo de respuesta), mientras que los mínimos costes operacionales se consiguen con un nivel racional y equilibrado de capacidad industrial, una reducción drástica de los niveles de *stock* y unos procesos operativos eficientes.

### **3.5 DESARROLLO LOGÍSTICO COMO NECESIDAD ESTRATÉGICA**

El objetivo fundamental de un sistema de logística integral es el de generar valor económico a los accionistas y satisfacción en los clientes, a través de un modelo de gestión que sincronice el flujo físico de materiales y la información asociada desde el productor al consumidor final. A continuación se verán las distintas acciones que son necesarias para poder lograr este objetivo.

#### **3.5.1 El servicio cliente**

La búsqueda de ventajas competitivas no tendría sentido si no se basase en un empeño permanente de la empresa en satisfacer las necesidades planteadas por los clientes, o en otras palabras, dar el servicio que el mercado requiere. El servicio al cliente, en un sentido amplio, constituye todo el conjunto de acciones necesarias para que el cliente reciba:

- La información adecuada.
- El producto deseado.
- La calidad esperada.
- El plazo de entrega mínimo.
- Unas condiciones de venta aceptables.
- La garantía comercial del producto vendido.
- Un servicio de posventa eficaz y barato.

Sin embargo, desde el punto de vista logístico, existen tres parámetros básicos que centran la mayor parte del trabajo:

1. **Grado de disponibilidad de *stocks*:** marca probabilidad de que un pedido pueda ser servido íntegramente a partir del *stock* comercial disponible para la venta.
2. **Plazo de entrega:** tiempo invertido desde que el cliente solicita un pedido hasta que está físicamente en su poder.
3. **Fiabilidad del plazo de entrega:** representa la mayor o menor aproximación del tiempo de ciclo a un standard predeterminado.

### 3.5.2 Cómo optimizar la gestión logística

En logística, la palabra *trade-off* se conoce como la solución de compromiso que trata de satisfacer a intereses habitualmente contrapuestos dentro de la empresa., encontrando la solución más rentable en su conjunto con el mínimo deterioro de los intereses funcionales [10]. Un ejemplo característico de este fenómeno es: el departamento de marketing demanda tener un nivel de *stock* lo suficientemente alto para lograr una tasa de servicio a sus clientes del 100%, mientras que el departamento financiero trata de reducir los *stocks* al máximo para evitar una inversión excesiva de capital. El *trade-off* sería establecer una tasa de servicio cliente objetivo menor que 100% y aumentar el nivel de *stocks* lo necesario para respetarla.

Cuando no se establece un procedimiento automático de *trade-off* se produce el fenómeno denominado de suboptimización, en el sentido de que cada departamento o división funcional de la empresa trata de maximizar sus resultados sin tener en cuenta los intereses globales de la compañía.

Por último, se destacan las directrices fundamentales que los distintos departamentos implicados deben respetar de manera automática en cada una de las etapas que tiene un sistema de gestión de logística integral (ver Figura 3.5) para lograr un desempeño eficaz:



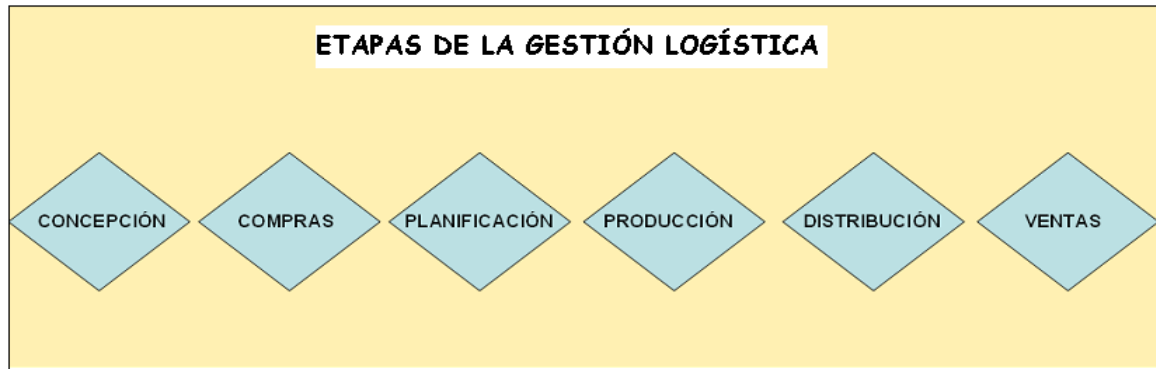


Figura 3.5. Etapas de la gestión logística

- **CONCEPCIÓN – Departamento de I+D**

La etapa de concepción debe desarrollarse alrededor de las siguientes ideas:

- Cooperación en el desarrollo de productos: los principales departamentos deben estar implicados en el desarrollo de nuevos productos (I+D junto con compras, producción y comercial).
- Reducir los plazos al mínimo posible: con lo que se conseguirá poner un producto en el mercado antes que la competencia.
- Estandarización de componentes: de manera que facilite una producción estándar y simplemente obligue a diferenciar los productos en última instancia.
- Personalización de productos: para lograr maximizar la satisfacción del cliente.

- **COMPRAS – Departamento de compras**

Su objetivo es lograr que la relación proveedor-cliente sea lo más fructífera posible. Para ello se debe trabajar principalmente sobre:

- Implicación del proveedor en el desarrollo de nuevos productos.
- Información continua al proveedor sobre las necesidades que de él se tienen.
- Intercambio fluido de información sobre el flujo de materiales.
- Asegurar la calidad del producto.
- Entrega exacta en los plazos establecidos.
- Búsqueda constante de disminución de costes, manteniendo nivel de servicio y calidad del producto.

- **PLANIFICACIÓN – Departamentos de logística y producción**

La planificación de la producción debe compartir los datos reales del mercado a través de una base de datos única, de tal forma que se evite el ruido que desvirtúa la información y genera grandes problemas a la hora de planificar la producción debido a la variabilidad de los pedidos en horizontes muy próximos al de producción real. Es clave la fiabilidad de los datos con una antelación tal, que permita planificar coordinando los pedidos cliente con las restricciones productivas de la fábrica.

- **PRODUCCIÓN – Departamento de producción**

Un sistema de producción perfectamente ajustado a una gestión basada en logística integral tiene que tener las siguientes características:

- Flexibilidad de los procesos productivos (utilización de técnicas SMED –*Single Minute Exchange of Die*- que permiten minimizar los tiempos de cambio de herramienta en las máquinas de producción).
- Minimización del número de piezas rechazadas por defectuosas.
- Minimización del número de averías en las máquinas de producción.
- Trazabilidad (procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un componente o producto a lo largo de toda la cadena de suministro).

- **DISTRIBUCIÓN – Departamento de logística**

Las características que definen el sistema de distribución completo son:

- Realización de una planificación que tenga en cuenta los *stocks* presentes en la red de distribución (DRP - *Distribution Requirements Planning*), que permita establecer de manera exacta las fechas de entrega de material a cada cliente.
- Organización de plataformas de expedición (utilización de técnicas como el *cross-docking* que agrupan productos de diferente origen para ser expedidos a distintos clientes utilizando el mismo transporte y, de esta manera, lograr minimizar costes).

- Cooperación con las empresas de transporte para buscar la optimización a nivel de servicio a clientes y coste.

- **VENTAS – Departamento de marketing**

Dentro de la lógica que requiere la logística integral, el departamento de ventas está enfocado hacia la gestión de la relación cliente. Se debe ofrecer un buen servicio, pero es también muy importante obtener toda la información que sea posible sobre las necesidades futuras, lo que facilitará de gran manera todo el proceso de planificación de producción y las tareas asociadas que esto conlleva (pedidos a proveedores, contratación de mano de obra...). Para favorecer una buena relación con el cliente, algunas de los recursos más utilizados son:

- Publicidad personalizada.
- Información en tiempo real sobre los plazos de entrega.
- Ofertas promocionales.
- Servicio postventa.
- Productos personalizados que se ajustan al máximo a los deseos del cliente.

### **3.5.3 Cómo optimizar el nivel de servicio**

Está claro que para lograr un servicio del 100% se necesita un nivel de *stock* superior a la venta media (ya que deben absorberse todas las variaciones de ventas que se produzcan por encima de la media), mientras que un servicio inferior al 100% siempre trae asociada una potencial pérdida de ventas como se puede ver ilustrado en la Figura 3.6.



Figura 3.6. Relación entre nivel de *stock* y nivel de servicio

El análisis desde un punto de vista económico es que a mayor nivel de servicio los niveles de *stock* de seguridad crecen y esto supone mayores costes para la empresa debido a tres factores [10]:

1. Aumento del capital invertido en *stocks*.
2. Costes debidos al riesgo de inventarios (obsolescencia y seguros).
3. Costes derivados del espacio ocupado y manipulación de productos.

Por otro lado, si el cliente no puede disponer del producto que demanda, se produce una pérdida de venta que afecta seguro a la contribución al beneficio y que puede afectar como pérdida de cuota de mercado si el cliente acude a la competencia y queda satisfecho.

Es el departamento de marketing quien toma la decisión sobre el nivel de servicio que la empresa debe ofrecer a sus clientes, mientras que es responsabilidad del departamento de logística diseñar el sistema de distribución y aportar todo el apoyo técnico necesario para lograr el nivel de servicio establecido.

### 3.5.4 Estrategia de servicio

Toda empresa que utilice un sistema de gestión basado en la logística integral debe fijar una estrategia de servicio con objeto de encontrar mejoras competitivas con respecto al mercado, donde no sólo influye el grado de disponibilidad de *stocks* sino también otros factores como el grado de satisfacción cliente, rapidez de envíos, fiabilidad o información.

Como punto de partida, si se quiere ser consciente del tipo de servicio que se está dando, se debe establecer un procedimiento interno y sistemático de mediciones para poder conocer con qué parámetros se está operando. Sin embargo, hay que tener en cuenta que una cosa es el comportamiento interno de la empresa y otra el servicio tal y como lo perciben los clientes. Por esta razón, siempre es recomendable conocer su opinión mediante diálogo o encuestas.

El objetivo debe ser conseguir un equilibrio satisfactorio entre los beneficios esperados y los costes incurridos. Como quiera que en la práctica no es nada fácil encontrar la mejor relación, se suele seguir el siguiente procedimiento:

1. Evaluar el nivel de servicio que requiere la empresa y las acciones para conseguirlo.
2. Evaluar las pérdidas potenciales por no tener el servicio previsto.
3. Minimización de costes del servicio actual y aumento de su eficiencia mediante implantación de políticas de calidad total y mejora continua.

### 3.5.5 Naturaleza de la planificación logística

La planificación logística, como actividad económica, sigue las mismas pautas que el ciclo de planificación global de la empresa, en la cual se distinguen tradicionalmente tres niveles de planificación (ver Figura 3.7):

- Planificación estratégica.
- Planificación táctica.
- Planificación operacional.

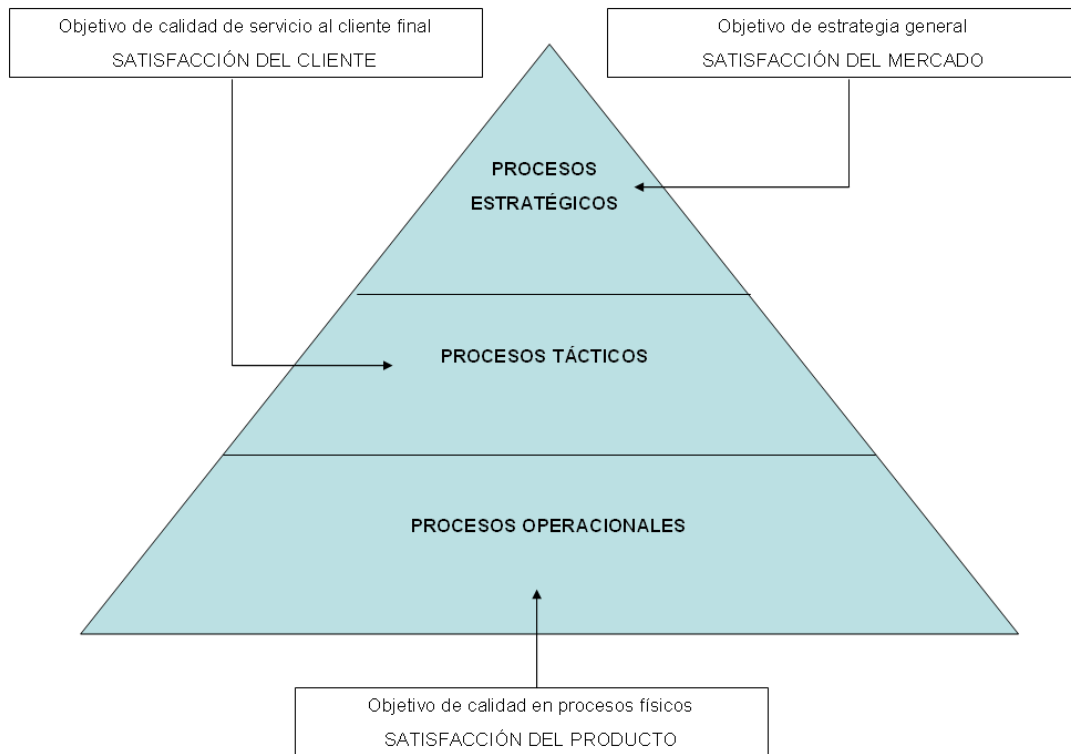


Figura 3.7. Esquema piramidal con los objetivos fundamentales de cada nivel de planificación

La **planificación estratégica** se identifica plenamente con el plan de marketing dentro del contexto de una política de revisión producto-mercado. La intención no es otra que definir a un plazo más o menos largo (horizonte de planificación), la gama de productos que se van a comercializar, participación y segmentos de mercado a los que se atenderá con una determinada política de servicio y, sobre todo, conocer con suficiente antelación las inversiones que se tienen que realizar para conseguir los objetivos marcados [13]. Desde un punto de vista logístico, la planificación estratégica tiene como objetivo definir el modelo de distribución a emplear para crear los recursos necesarios para llevar a cabo dicho modelo (fábricas, almacenes, transporte...). El horizonte de planificación dependerá de la naturaleza de los recursos que se necesiten, pues no es lo mismo la apertura de nuevas fábricas o almacenes (horizontes de 3-5 años o incluso 10 años), que la remodelación o subcontratación de servicios (horizonte de 2-3 años). Por lo tanto, en el aspecto estratégico se deben tomar las siguientes decisiones:

- Fábricas y almacenes requeridos, nivel tecnológico y dimensionamiento de los mismos.
- Niveles de producción de las fábricas.
- Niveles de *stocks* normativos en los almacenes.
- Localización de fábricas y almacenes.
- Asignación de clientes a cada almacén.
- Modo y tipo de transporte.

Si la planificación estratégica tiene como finalidad la de crear los recursos necesarios, en la **planificación táctica** el objetivo es de tener operativos los recursos creados. En este contexto, el horizonte de planificación se mide en meses. Las inversiones a realizar son de menor cuantía que en la planificación estratégica, luego implican un menor riesgo. Las determinaciones a tomar desde el punto de vista táctico son [13]:

- Equipos de fabricación.
- Equipos de manutención.
- Diseño de almacenes.
- Volumen de expediciones.
- Dimensión de la flota de transporte.
- Política de distribución.
- Volumen de inventarios en diferentes localizaciones.

La **planificación operacional** está ligada directamente al control del flujo de materiales, siendo su objetivo fundamental el conseguir una utilización eficiente de los recursos empleados. Su horizonte de planificación se mide normalmente en semanas, ya que sus operaciones van ligadas a conceptos tales como programación de aprovisionamiento, gestión de inventarios, tráfico de mercancías o planificación de la mano de obra. Esta planificación va ligada a un programa de indicadores de gestión para controlar si la realidad se desarrolla de acuerdo con los planes previstos, efectuándose las correcciones necesarias a dichos planes mediante revisiones de las estrategias correspondientes. En el aspecto operacional los problemas estarán ligados fundamentalmente a aspectos como [10, 13]:

- Programación de aprovisionamiento.
- Programación de distribución.
- Asignación de carga a los vehículos.
- Asignación de transportistas.
- Programación de rutas de reparto.
- Control operativo del flujo de productos.

### 3.5.6 Modelos de distribución comercial

Un modelo de distribución representa, desde un punto de vista logístico, la infraestructura física de que dispone la empresa para situar sus productos en el mercado. La complejidad de la red de distribución dependerá necesariamente de la naturaleza del negocio, de las características del mercado, del servicio que se quiera dar al cliente y de los condicionantes geográficos e industriales de cada territorio. Existen cinco modelos típicos de distribución cuyo contenido se detalla a continuación [10]:

- **MODELO DE DISTRIBUCIÓN DIRECTA:** este modelo supone la entrega directa del producto desde el fabricante al consumidor y se utiliza típicamente en empresas que fabrican contra pedido. Desde el punto de vista logístico es una situación ideal ya que evita el mantener una infraestructura de almacenaje, así como las inversiones en *stock* correspondientes. Sin embargo, desde el punto de vista industrial se requiere flexibilizar al máximo la fabricación y conseguir unos tiempos cortos y fiables de respuesta al cliente.
- **MODELO DE DISTRIBUCIÓN ESCALONADA:** está basado en la existencia de uno o varios almacenes centrales (conocidos como almacenes reguladores), que reciben la producción directamente desde las fábricas o proveedores y que posteriormente hacen entregas a almacenes regionales, desde donde se efectúa la distribución final al punto de venta. El objetivo de este modelo de distribución es aproximar el producto a los puntos de consumo (*stocks* regionales), con el objeto de facilitar una rápida entrega a los canales de venta correspondientes. Como contrapartida está la necesidad de mantener una



costosa red de almacenes centrales y periféricos con las consiguientes duplicidades del *stock* de seguridad y aumento del coste total de distribución.

- **MODELO DE ALMACÉN CENTRAL (*CROSS-DOCKING*):** este modelo elimina el concepto de almacenes regionales y lo sustituye por unas plataformas de carga y descarga, en las cuales no existe el término de *stock* almacenado, sino que son meras unidades de tránsito en donde la mercancía se recibe ya empaquetada con destino al punto de venta. Normalmente el almacén se encarga únicamente de una agrupación final de productos para su entrega rápida y más económica al punto de destino. En otros casos se hacen algunas operaciones previas como: empaquetado final, etiquetaje, albaranes... Destacar que estos almacenes se suelen utilizar también como punto de recogida de las devoluciones para facilitar un retorno conjunto y más económico. En todo caso, el punto más importante de este modelo es que los distintos productos permanecen en el almacén un tiempo medio de horas, no existiendo almacenamiento de productos en términos de inventarios anticipados.
- **MODELO DE DISTRIBUCIÓN DIRECTA DESDE ALMACÉN CENTRAL:** se basa este modelo en la posibilidad de distribuir directamente desde un almacén central a la red de distribución o concesionarios. Representa un ahorro sustancial en la infraestructura de distribución por el hecho de no existir almacenes periféricos. Sin embargo, es un modelo que sólo puede aplicarse cuando su implantación no suponga un detrimento del grado de servicio, ni altere demasiado el coste del transporte (ocurre frecuentemente en este sistema la subcontratación del servicio de transporte). Es típico de empresas que tienen únicamente un mercado regional o local, si bien también se da en las llamadas centrales de distribución de empresas multinacionales que abastecen directamente desde un punto central a diferentes organizaciones nacionales.
- **MODELO DE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN:** se fundamenta en la creación de un centro de distribución que recoge los pedidos desde una amplia red de proveedores para, a su vez, distribuirlos directamente a los puntos de venta. Este modelo se está generalizando cada vez más sobre todo en empresas cuyo

objetivo fundamental es la distribución puntual de productos. Una planta de distribución implica un servicio ágil de recogida de pedidos, preparación de expediciones y programación de la distribución y supone a su vez, un valor añadido importante para el cliente (suministros rápidos, respuesta rápida, manipulaciones especiales de productos, embalajes o etiquetaje).

### **3.5.7 Organización y gestión de almacenes**

Todos los esfuerzos realizados en logística para lograr una reducción drástica de los *stocks*, no sólo no han desvirtuado la necesidad de tener una organización eficaz de los almacenes sino que por el contrario la han potenciado al máximo, constituyendo hoy en día, sin duda alguna, uno de los puntos más importantes para una correcta política de distribución.

Los avances tecnológicos actuales en el campo del mantenimiento, así como la aplicación extensiva de la robótica y de la informática, han creado un campo de cultivo suficientemente sustancioso como para hacer que los almacenes constituyan una de las áreas más productivas dentro de la cadena logística de una empresa.

El servicio se fundamenta en tres parámetros: disponibilidad, rapidez de entregas y fiabilidad. Se podría decir que la disponibilidad es responsabilidad del gestor de *stock*, mientras que los dos conceptos restantes dependen esencialmente de la correcta gestión de los almacenes. Dicho de otro modo, la eficacia de la gestión consiste en lograr los objetivos de servicio establecidos por los departamentos comerciales con un nivel de costes aceptable para la empresa.

#### **3.5.7.1 El almacén como centro de producción**

Un almacén se puede considerar como un centro de producción en el que se efectúan una serie de procesos relacionados con:

- Procesos de entrada: recepción, control y adecuación de los productos recibidos.
- Procesos de almacenaje: almacenamiento de productos en condiciones eficaces para su conservación, selección y control.

- Procesos de salida: recogida de productos y preparación de la expedición de acuerdo con los requerimientos de los clientes.

Los recursos empleados en este tipo de centro de producción se pueden agrupar de la siguiente forma [10]:

- a) **Recursos humanos**, que comprende el empleo de mano de obra directa que manipula físicamente el producto, así como mano de obra indirecta que interviene en la dirección, supervisión, mantenimiento y control de equipos y procesos productivos.
- b) **Recursos de capital**, que corresponden a la utilización de la nave industrial, maquinarias y equipos de mantenimiento en general, es decir, toda la infraestructura necesaria para realizar los procesos productivos que se materializan en forma de gastos de alquiler y/o amortizaciones.
- c) **Recursos energéticos** y consumibles en general, tales como electricidad, plásticos o flejes.

Los procesos productivos de un almacén, a diferencia de lo que ocurre en las fábricas, en general no añaden valor alguno al producto desde el punto de vista cliente, por lo cual hay que conseguir minimizar los costes mediante una correcta racionalización de los recursos empleados. La organización del trabajo responde al concepto de **líneas de flujo**, en donde la producción sigue un proceso secuencial a través de las diferentes áreas de trabajo, equivalentes a departamentos fabriles, en las que se efectúan diferentes tareas hasta terminar el proceso.

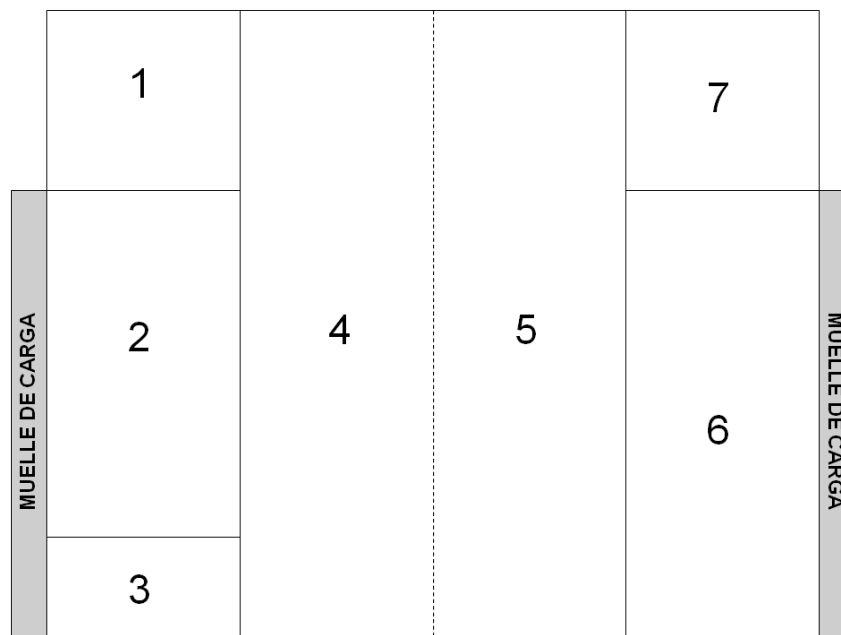
Un almacén debe responder fundamentalmente a los requerimientos de un espacio debidamente dimensionado, para una ubicación y manipulación eficiente de materiales y mercancías, de tal manera que se consiga una máxima utilización del volumen disponible, con unos costes operacionales mínimos. Existen dos palabras clave, diseño y productividad, que conducen a trabajar continuamente sobre dos aspectos:

- Correcta organización y diseño de almacenes (*lay-out*).
- Tratamiento eficiente y eficaz de los procesos operativos (flujos de entrada y salida de los productos).

### 3.5.7.2 El *lay-out* de los almacenes

El concepto de *lay-out* alude a la disposición física de las diferentes áreas dentro del almacén, así como a la de los elementos constitutivos incluidos en las mismas. Constituye, sin duda alguna, la parte técnica más delicada en el diseño de un almacén ya que el *lay-out* condiciona permanentemente el funcionamiento del mismo. En todo almacén se distinguen de manera habitual las siguientes áreas de trabajo (ver Figura 3.8) [10]:

- Áreas de almacenaje.
- Áreas de manipulación del producto.
- Áreas de carga y descarga de vehículos.
- Áreas de oficinas y servicios.



1. Zona de servicios
2. Zona de recepción y control
3. Zona de devoluciones
4. Zona de stock y reservas
5. Zona de picking y preparación
6. Zona de salida y verificación
7. Zona de oficinas y servicios

Figura 3.8. Distribución en planta característica de un almacén

Cada una de las áreas referidas tiene un carácter específico, estando a su vez condicionadas por una serie de limitaciones constructivas, como pueden ser vías de acceso, altura, vigas..., así como condicionantes ambientales tales como la refrigeración, cámaras isotérmicas o bien por normas de seguridad e higiene en el trabajo, regulación contra incendios, así como de las reglamentaciones correspondientes (todo ello dependiendo de la naturaleza de los productos a manipular). A continuación se pasa a detallar las características fundamentales de cada una de las zonas características:

- **ÁREAS DE ALMACENAJE**

Esta área representa el espacio físico ocupado por las mercancías almacenadas, así como por la infraestructura de estanterías o cualquier otro medio de almacenamiento empleado. Por su naturaleza, es la parte más costosa del almacén ya que contiene la mayor parte de los recursos de capital empleados en el mismo. En general, los metros cuadrados ocupados por esta área dependerán fundamentalmente de los siguientes factores:

- Técnicas de almacenamiento empleadas (mobiliario empleado).
- Niveles de ubicación utilizados (alturas).
- Dimensiones de los pasillos y corredores requeridos en función de la técnica de almacenamiento empleada y el tamaño del material almacenado.

- **ÁREAS DE MANIPULACIÓN DEL PRODUCTO**

Representa el espacio reservado para la clasificación y preparación de pedidos (una vez efectuada su recogida). Empaquetado o etiquetado, son algunas de las tareas realizadas.

- **ÁREAS DE CARGA Y DESCARGA**

Estas áreas están ligadas al diseño de los muelles, que constituyen uno de los elementos esenciales para un buen funcionamiento de la instalación, ya que

habitualmente representan uno de los elementos limitativos de la capacidad operativa del almacén. Conviene diseñarlos con la suficiente holgura y flexibilidad para evitar situaciones de estrangulamiento en el proceso (colas).

Las características constructivas de los muelles dependerán del tipo de vehículos a emplear; así por ejemplo, no es lo mismo la utilización de flota ligera (tipo furgoneta de carga manual), que la utilización de vehículos de gran tonelaje (tipo camiones con carga paletizada). El segundo de los casos requiere la utilización de muelles basculantes empotrados en el subsuelo, lo que obliga a una desnivelación del terreno con espacio suficiente para el atraque de vehículos.

Por último, comentar que las áreas de carga y descarga deberán ser lo suficientemente amplias para conseguir un trabajo fluido en los procesos de expedición, evitando la congestión de productos que se traduciría inexorablemente en retrasos en los repartos. La necesidad de acelerar al máximo los diferentes procesos expeditivos (debido a la influencia en el tiempo de servicio) ha motivado el desarrollo de una tecnología específica para conseguir una carga rápida de camiones, que van desde los más simples de carga lateral, hasta los sistemas más sofisticados de carga y descarga automática de vehículos basada en una preparación previa de la mercancía en unas plataformas especiales.

- **ÁREAS DE OFICINAS Y SERVICIOS**

Se deben distinguir servicios internos tales como oficinas del almacén, archivo, zona de cargas de baterías, lavabo, comedor, botiquín..., de los llamados servicios externos tales como el puesto de vigilancia o aparcamientos. Determinados servicios como oficinas o archivos suelen estar instalados, a ser posible, en un segundo nivel para evitar el consumo de espacio físico de la planta, que preferiblemente deberá utilizarse para otras áreas.

### 3.5.7.3 Tipos de almacenes

Los criterios para clasificar un almacén son varios, dentro de los cuales se pueden considerar diferentes tipos de almacenes. A continuación se exponen las características de diferentes clases de almacenes que permitirán realizar una clasificación de cualquier centro de distribución [11]:

#### 1. SEGÚN LA NATURALEZA DE LOS ARTÍCULOS ALMACENADOS:

- **Almacén de materias primas:** suministran los productos que se han de transformar durante un proceso productivo. Normalmente se encuentran próximos a los talleres de fabricación.
- **Almacén de materias semielaboradas:** suelen estar situados entre dos talleres que realizan operaciones de un mismo proceso productivo.
- **Almacén de productos terminados:** almacenan productos terminados destinados a la venta.
- **Almacén de materiales auxiliares:** suministran al proceso productivo materiales para que este se pueda llevar a cabo.
- **Almacén de piezas de recambio:** normalmente contienen productos terminados y partes de los productos acabados, si bien las piezas o conjuntos almacenados están destinados a la venta.

#### 2. SEGÚN SU FUNCIÓN LOGÍSTICA:

- **Almacenes de planta:** contienen productos terminados en espera de ser distribuidos. Suelen hallarse situados dentro del recinto de la fábrica, constituyendo el primer escalón del sistema logístico. Los centros productivos reaprovisionan este almacén, saliendo sus productos hacia los de campo.
- **Almacenes de campo:** dentro del sistema logístico se encuentran en diferentes niveles: regionales, provinciales, locales, etc. Tienen por misión el mantenimiento de los *stocks* del sistema logístico. Se suelen clasificar en:
  - De *stock* normal.
  - De *stock* estacional.
  - De *stock* excepcional (*stock* especulativo).

- **Almacenes de tránsito o plataformas:** fundamentalmente creados para atender a las necesidades de transporte, compensan los costes de almacenamiento con mayores volúmenes transportados.
- **Almacenes temporales o depósitos:** tienen una actividad más amplia que los almacenes de campo e incluso que las plataformas, ya que están dedicados casi siempre al paso de los productos perecederos.

### 3. SEGÚN SU RÉGIMEN JURÍDICO:

- **Almacén propio:** la empresa tiene hecha una inversión en espacio y en equipo destinada al almacenamiento de sus mercancías. Las ventajas de esta situación son:
  - Rentabilidad (si su utilización es intensiva).
  - Mayor control de las operaciones, que ayuda a asegurar un mayor nivel de servicio.
  - Flexibilidad en el empleo futuro de los espacios.
  - Puede servir como base de otras operaciones complementarias (oficina de ventas, centro de la flota de vehículos, departamento de compras, etc.).

La única dificultad destacable de este tipo de almacén es el volumen elevado de inversiones que hay que realizar en terrenos, edificios e incluso instalaciones. En algunos casos la naturaleza del producto (ej: productos congelados) o las particularidades del sistema logístico hacen que esta sea la única salida.

- **Almacén de alquiler:** una situación frecuente es la del arrendamiento de naves industriales ya construidas, generalmente no equipadas, y que se destinan al uso de almacenes, aunque en la actualidad han proliferado enormemente las empresas cuyo negocio consiste en ofrecer servicios de almacenamiento. Las ventajas que ofrecen estos almacenes son contrapuestas a la alternativa anterior de almacén propio:
  - No exigen inversión fija.
  - Costes variables bajos debido a su utilización no sistemática.
  - Ubicación flexible.



Pueden distinguirse dos grandes tipos de almacenes de servicios en alquiler: aquellos que simplemente son alquilados en función de los volúmenes ocupados y aquellos que ofrecen gran variedad de servicios complementarios. Los servicios que suelen ofrecer estos últimos, también conocidos por ADIF (almacén de distribución física), además de los básicos de recepción, almacenamiento, envío, consolidación o división de envíos, son:

- Almacenamiento en tránsito.
- Almacenamiento en depósito para aduana.
- Almacenamiento con temperatura y humedad controladas.
- Inventario.
- Consolidación de cargas.
- Preparación de pedidos.
- Etiquetado.
- Emisión de albaranes de entrega.

Por sus especiales características, hay que destacar la importancia que suponen los servicios del almacenamiento en depósito. El **almacenamiento en depósito fiscal** es un acuerdo entre el propietario de la mercancía y el gobierno y consiste, básicamente, en que dichas mercancías no pueden salir del almacén hasta que se paguen sus impuestos. Este tipo de acuerdo fiscal se aplica mayoritariamente a los productos que entran en el país y que están sometidos a las tasas aduaneras de importación. Para ello se establecen generalmente en áreas portuarias, almacenes en zonas limitadas o de manera que una empresa extranjera pueda realizar algún proceso de fabricación y almacenar sus productos, no pagando las correspondientes tasas de importación hasta que esas mercancías no entren legalmente en el país. Si son enviadas a otro país, no se pagarán esas tasas.

- **Almacén en leasing:** esta opción se presenta como una alternativa intermedia a las dos anteriores. Dado que el usuario viene obligado a contratar el alquiler del almacén durante un período predeterminado de tiempo, se pierde flexibilidad en cuanto a la posibilidad de cambio de ubicación del almacén. Sin embargo, se permite controlar tanto el espacio del almacenamiento como las operaciones que se realizan.

#### 4. SEGÚN LAS TÉCNICAS DE MANIPULACIÓN:

- **Convencionales:** sistema clásico de almacenamiento con estanterías de acceso manual servidas por carretillas.
- **En bloque:** sistema de almacenamiento sin ningún tipo de estructura de soporte, puesto que los *pallets* cargados se apilan uno sobre otro.
- **Compactos drive-in:** sistema de almacenamiento cuya característica principal es la de no tener espacios entre pasillos, pudiendo introducirse las carretillas dentro de las estanterías.
- **Dinámicos:** sistema de almacenamiento móvil formado por bloques compactos sin pasillos. Su principal característica es el deslizamiento de los *pallets* desde el punto de entrada a la estantería hasta el de la salida y que permiten gestionar fácilmente que salga en primer lugar el producto que primero ha llegado al almacén (sistema FIFO (*First In First Out*)).
- **Móviles:** sistema de almacenamiento que se caracteriza por el movimiento de toda la estructura de estanterías. Esto permite abrir un pasillo entre cualquiera de ellas, manteniendo el resto compacto.
- **Semiautomáticos y automáticos:** estos sistemas se caracterizan por el movimiento automatizado de las zonas de almacenamiento. Ello permite el acceso a cualquier producto almacenado desde el punto de control.
- **Autoportantes:** estos almacenes se caracterizan por la doble función de las estanterías. Una es la de almacenar los diferentes productos y la otra, es la de hacer de soporte del edificio.

##### 3.5.7.4 Sistemas de almacenaje

Este grupo de elementos que se presenta a continuación está constituido por los elementos más convencionales y universalmente empleados en los almacenes para albergar productos tanto paletizados como no paletizados. La instalación de alguno de estos elementos obliga a hacer un cálculo de estructuras para determinar la resistencia de los materiales a emplear y en consecuencia el grosor y dimensiones de cada uno de los componentes de la estantería en función de las alturas requeridas, la distribución de la carga, el peso y el volumen previsto de los productos a almacenar [11]:

- **BANDEJA**

Unidad de almacenamiento para piezas pequeñas en un número no muy grande de unidades (ver Figura 3.9). Para la extracción y reposición de artículos en la bandeja normalmente no es necesario quitarla de donde está colocada. Los artículos se manipulan en pequeños lotes y la división en compartimientos permite guardar varias referencias en la misma bandeja, que a su vez forma parte de armarios.

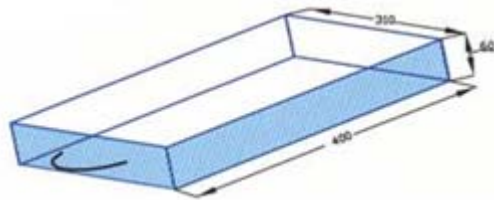


Figura 3.9. Dibujo de una bandeja utilizada para el almacenamiento en estantes

- **CAJAS**

Unidad de almacenamiento para pequeños objetos mantenidos en *stock* en lotes medianos y extraídos en lotes pequeños. Son almacenadas dentro de armarios o estanterías y cabe destacar que existe una gran diversidad de tamaños, mientras que la forma está preconcebida (ver Figura 3.10).

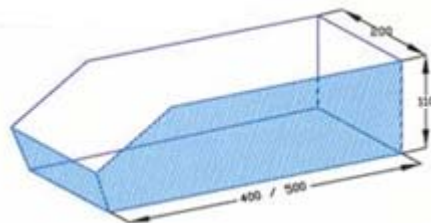


Figura 3.10. Dibujo de una caja utilizada para el almacenamiento en estantes

- **ESTANTERÍAS**

Son utilizadas siempre que se hace necesario el aprovechamiento máximo de la superficie del almacén y la tendencia es elevarlas lo máximo posible para lograr la mayor utilización del volumen disponible, aunque esto está supeditado a una serie de limitaciones técnicas y a los equipos de manutención requeridos. Es fundamental el diseño correcto de la infraestructura de las estanterías ya que los errores que se cometan pueden afectar de una forma definitiva al rendimiento del almacén. Se pueden clasificar

en dos grandes bloques: estanterías ligeras y estanterías de paletización. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de estos dos tipos:

### **1. Estanterías ligeras**

Este tipo de estanterías es utilizado para el almacenaje permanente de objetos de tamaño pequeño o mediano con un peso por unidad de menos de 25 Kg y cuando el volumen total de almacenamiento de un artículo es inferior a 200 litros. En casos excepcionales puede elevarse hasta los 300 litros. Dentro de las estanterías ligeras se pueden encontrar los dos tipos que se definen a continuación:

- Estantería ligera simple: estantería consistente en una o más secciones o módulos conectados lateralmente.
- Estantería ligera doble: estantería formada por dos conjuntos de estanterías simples unidas (ver Figura 3.11).



Figura 3.11. Fotografía de una estructura de almacenamiento formada por varias estanterías ligeras dobles

## 2. Estanterías de paletización

Estanterías cuyo objetivo es el de almacenar mercancías incluidas en *pallets* los cuales serán manipulados de manera mecánica. Es importante destacar que este tipo de estanterías deben tener la estabilidad necesaria para permitir el desplazamiento de los materiales sin riesgo alguno. El diseño también debe permitir de manera obligatoria que la estantería esté provista de protección contra la caída de mercancías, en circunstancias donde es posible el paso de personal por la parte posterior de la estantería de paletización. También, como ventajas importantes, el diseño puede incluir:

- Buena y fácil localización de los productos almacenados.
- Posibilidad de automatización.
- Pasillos con las dimensiones necesarias como para poder desplazar el *pallet* que se almacena.
- Flexibilidad para su ampliación y cambios de organización.

La Figura 3.12 muestra un ejemplo de estanterías de paletización a cuatro niveles de altura, en las que el nivel más bajo es empleado como nivel de servicio (destinado a la recogida de piezas por parte del usuario) y el resto de niveles como *stock* de las piezas que hay en el nivel más próximo al suelo.



Figura 3.12. Fotografía de una estantería de paletización a cuatro niveles de altura

- ***PALLET***

Soporte para pequeñas piezas en grandes cantidades o piezas grandes en cantidades pequeñas y grandes, con una subestructura diseñada para permitir su manipulación y la de su carga con distintos tipos de equipo de manejo de materiales. Cabe destacar que el *pallet* podrá ser apilado en mayor o menor altura en función del



material que contenga. El *pallet* de dimensiones 1200x800 mm es el más habitual y también es conocido como *europallet* porque es estándar en la mayoría de los países europeos, aunque existen otros tipos como se puede observar en la Figura 3.13.



Figura 3.13. Fotografía con *pallets* de distintas dimensiones (mm) [14]

- **CONTENEDORES**

Un contenedor es un recipiente de carga para el transporte aéreo, marítimo o terrestre. Por extensión, se llama contenedor a un embalaje utilizado para transportar o soportar objetos con características físicas determinadas debido a su forma, volumen o peso. Los contenedores suelen estar fabricados principalmente de acero (ver Figura 3.14), aunque también existen de aluminio y algunos otros de madera contrachapada reforzados con fibra de vidrio. Dependiendo del tipo de transporte para el que estén diseñados, pueden llevar un recubrimiento especial anti-humedad para evitar problemas causados este efecto.



Figura 3.14. Fotografía de un contenedor metálico

#### **3.5.7.5 Equipos de manutención**

El tipo de maquinaria que forma los equipos de manutención requiere unos condicionantes especiales en las etapas de diseño e instalación, tales como infraestructura perfectamente diseñada de estanterías y pasillos, suelos con características de dureza determinadas y formación específica de operarios. Las cuatro actividades principales para las que se emplean los equipos de manutención dentro de un sistema de almacenaje son:

1. Entrada de mercancías.
2. Almacenamiento de mercancías.
3. Preparación de pedidos.
4. Retirada de mercancías.

Los equipos de manutención que se seleccionan para realizar estas actividades plantean sus propias exigencias particulares, tanto en lo que se refiere al tipo de carga a manipular como el sistema de almacenamiento. Al mismo tiempo, el tipo de carga a



manipular y el sistema de almacenamiento determinan el tipo de equipo de manutención que puede utilizarse.

Es imprescindible en todos los trabajos de planificación equilibrar las características de los tres componentes citados (equipos de manutención, tipo de carga y sistema de almacenamiento). Los equipos de manutención pueden dividirse en dos categorías principales:

- Equipos móviles para el manejo de cargas unitarias (fundamentalmente *pallets*).
- Equipos móviles para la preparación de pedidos.

A continuación se pasa a definir brevemente las características de las distintas máquinas que componen cada uno de estos grupos:

#### **3.5.7.5.1 Equipos móviles para el manejo de cargas unitarias**

La finalidad de estos equipos es el desplazamiento de los *pallets*. En ciertos casos también pueden emplearse para otras mercancías como objetos largos o, modificando el accesorio de elevación de una carretilla, se adapta para manipular cargas especiales como rollos de papel o contenedores. Se pasa a detallar algunos de los equipos móviles más habituales:

- **Transpaleta manual** (ver Figura 3.15): se emplea para el transporte esporádico en distancias cortas de mercancías almacenadas a nivel de suelo y para el movimiento de todo tipo de cargas colocadas sobre un *pallet* colocado a nivel del suelo.



Figura 3.15. Fotografía de una transpaleta manual

- **Transpaleta eléctrica** (ver Figura 3.16): se utiliza para los mismos trabajos que realiza la transpaleta manual pero permite recorrer mayores distancias rápidamente y cargar material más pesado.



Figura 3.16. Fotografía de una transpaleta eléctrica

- **Carretilla de mástil retráctil** (ver Figura 3.17): esta destinada a la manipulación de *pallets* tanto en estanterías fijas como móviles.



Figura 3.17. Fotografía de una carretilla de mástil retráctil

- **Carretilla contrapesada** (ver Figura 3.18): permite realizar tareas de carga y descarga de camiones, ubicación de material pesado y manejo de *pallets* dentro de estanterías.



Figura 3.18. Fotografía de una carretilla contrapesada

#### 3.5.7.5.2 Equipos móviles para la preparación de pedidos

Estos equipos se utilizan para la preparación (etiquetado y envasado fundamentalmente) de pedidos que vienen desde estanterías ligeras y de paletización. La zona de preparación de pedidos suele estar ubicada lo más próxima posible a los muelles de carga de camiones para, de esta manera, minimizar las distancias a recorrer.

- **Carro para preparación de pedidos** (ver Figura 3.19): se utiliza para recoger y desplazar mercancías de poco peso a nivel del suelo.



Figura 3.19. Fotografía de un carro utilizado en la preparación de pedidos

- **Preparador de pedidos** (ver Figura 3.20): su diseño está basado en el de la transpaleta eléctrica, pero permite al conductor ir montado en el equipo durante el desplazamiento. Tiene la limitación de preparar pedidos para uno o dos niveles de altura en una estantería de paletización.



Figura 3.20. Fotografía de un preparador de pedidos

## **4 Los almacenes de piezas de recambio en la empresa Renault**

En este cuarto capítulo se van a describir de manera detallada cada una de las partes que componen los almacenes de piezas de recambio de Renault. El objetivo es conocer bien cada una de las zonas para en capítulos posteriores poder comprender el funcionamiento de las herramientas que se han desarrollado con objeto de este proyecto.

Cabe destacar que estos almacenes son propiedad de la Dirección Logística de Piezas y Accesorios de Renault y forman parte de la red de distribución de piezas de recambio de vehículos automóviles. Están ubicados por todo el mundo en función de las necesidades que tiene la empresa y su cometido es el de recepcionar las piezas que llegan de las fábricas de Renault y del resto de proveedores, para su posterior almacenaje, inclusión en los pedidos que realicen los diferentes talleres que dependan del centro de distribución y finalmente su entrega al cliente.

## 4.1 ASPECTOS GENERALES

En estos centros de distribución que forman parte de la red logística para la distribución de piezas de recambio que tiene Renault, pueden distinguirse claramente tres zonas de almacenaje y otras tres zonas complementarias características del *lay-out* de un almacén. Es importante conocer que en función de las necesidades de cada país, tanto la superficie destinada a la zona de almacenamiento como el número de alturas de las mismas podrán variar.

Dentro de las zonas de almacenamiento, se van encontrar las siguientes: plataforma, zona de *pallets* y zona de material sensible e inflamable. Las cifras estándar para la distribución del terreno son el 30% ó el 40% de la superficie de almacenamiento dedicada para la plataforma y la zona de materiales sensibles e inflamables y el resto de la superficie para la zona de almacenamiento de *pallets*.

Además de la distribución en planta, en estas zonas de almacenaje es de vital importancia el número de niveles de *stock* del que se dispone. De manera general puede decirse que tanto la plataforma como la zona de materiales sensibles e inflamables van a estar formadas por tres niveles de almacenamiento en los que se ubicará todo el mobiliario necesario en función de la referencia que se trate. Para la zona de *pallets* se dispondrá de un nivel de servicio que estará ubicado a ras de suelo y en función del volumen que gestione el almacén se dispondrá normalmente de entre dos y cuatro niveles para el almacenamiento de piezas destinadas a *stock* y nunca a servicio, ya que en los almacenes de Renault está descartada la opción de hacer *picking* (proceso logístico de un almacén cuyo fin es recolectar una serie de productos en *stock* para su reagrupamiento en un lugar específico antes de su posterior expedición a los clientes) en altura.

Como se ha explicado en el capítulo 3, además de las zonas destinadas al almacenamiento de piezas, que pueden variar de un almacén a otro en función del tipo de producto que se gestione, existen zonas habituales en todos los almacenes. Estas zonas son el área de carga y descarga de materiales, el área de oficinas y servicios y, si es necesario, un área de preparación de pedidos. En este caso el tipo de negocio obliga a

la preparación de pedidos, por lo que será necesaria también una superficie dedicada a realizar esta tarea. El área de oficinas y servicios no va a ser expuesta porque se considera como una superficie totalmente independiente a la destinada al almacenamiento y en ningún momento formará parte del estudio, ya que el puesto de control incluido en la zona de *stock* ocupa un espacio despreciable.

## 4.2 LA PLATAFORMA

La plataforma es la zona del almacén destinada al *stock* de piezas de manera individual, en pequeñas cajas o dentro de estanterías, pero nunca dentro de contenedores o *pallets*. Como se ha dicho anteriormente y se puede comprobar en la Figura 4.1, normalmente se componen de tres niveles de almacenamiento entre los que se reparte el mobiliario destinado al *stock* de las distintas referencias que se incluyen en esta zona.



Figura 4.1. Foto de la plataforma en un CDE de Renault

Dentro de la plataforma existen cuatro zonas de almacenamiento claramente diferenciadas en función del tipo de referencias que contienen. El tipo de mobiliario utilizado varía en función del volumen de las referencias y de sus condicionantes para el



almacenamiento que tienen sus características físicas, como pueden ser tubos de escape o parabrisas. A continuación se va a mostrar el tipo de mobiliario que compone cada una de las zonas de la plataforma y se indicará el tipo de referencia que es almacenada en ellas.

#### **4.2.1 Zona de armarios para piezas pequeñas**

En esta zona de la plataforma se va a almacenar piezas con un volumen inferior o igual a  $0,001 \text{ m}^3$ , siempre dentro de armarios o cajas colocadas dentro de pequeñas estanterías. En la Figura 4.2 se puede observar, desde uno de los pasillos de circulación, el mobiliario destinado al almacenamiento de piezas pequeñas que forma parte del nivel inferior de una plataforma.



Figura 4.2. Foto de la zona de armarios destinada al almacenamiento de piezas pequeñas

#### **4.2.2 Zona alveolar**

Las piezas cuyo volumen sea mayor que  $0,001 \text{ m}^3$  y menor o igual que  $1 \text{ m}^3$  estarán incluidas dentro de las estanterías que forman esta zona. Como puede verse en la Figura 4.3, las cajas en las que se incluyen las piezas y los casilleros de servicio son de mayor tamaño que en la zona de armarios para piezas pequeñas. También puede



distinguirse que en función del tipo de referencia, las piezas están almacenadas de manera individual o dentro cajas. Entre otras razones, esto se debe a la facilidad que le suponga al operario la recogida de las piezas en función de como estén colocadas.



Figura 4.3. Foto de la zona alveolar destinada al almacenamiento de piezas medianas

#### 4.2.3 Zona de chapa

El almacenamiento de la zona de chapa esta compuesto por piezas cuyo volumen es mayor que  $1 \text{ m}^3$ . A diferencia de la zona alveolar puede observarse en la Figura 4.4 como el número de divisiones de las estanterías es menor, debido al mayor tamaño de las piezas. Otra de las diferencias es que ya no existe ninguna referencia que sea almacenada en cajas y que, en ocasiones, es necesario tener un pasillo de circulación más ancho para poder facilitar la recogida de piezas.



Figura 4.4. Foto de la zona de chapa destinada al almacenamiento de piezas grandes

#### **4.2.4 Zona de mobiliario específico**

Además de las referencias descritas en las tres zonas anteriores, en la superficie que ocupa la plataforma también se almacenan de manera individual referencias que son conocidas como específicas. Este grupo de referencias está compuesto por: tubos de escape (ver Figura 4.5), parabrisas (ver Figura 4.6), cableado (ver Figura 4.7) y llantas (ver Figura 4.8). En función de sus características físicas se utilizan ciertas particularidades para su almacenamiento, como pueden ser pequeñas barras para facilitar la ubicación de tubos de escape y parabrisas o estanterías con cierta inclinación para facilitar la colocación de los cables que forman parte del sistema eléctrico de los vehículos.





Figura 4.5. Foto del mobiliario destinado al almacenamiento de tubos de escape



Figura 4.6. Foto del mobiliario destinado al almacenamiento de parabrisas





Figura 4.7. Foto del mobiliario destinado al almacenamiento de cables



Figura 4.8. Foto del mobiliario destinado al almacenamiento de llantas

#### **4.2.5 Esquema de distribución característico de una plataforma**

En la Figura 4.9 puede verse el diseño de una plataforma con dos niveles de *stock*. Si se mira la figura de derecha a izquierda, la primera de las estanterías está destinada a la zona de armarios para piezas pequeñas y las tres últimas al mobiliario de referencias específicas. Además, las estanterías cuyo subíndice es E y F pertenecen a la zona alveolar y las de subíndice G y H a la zona de chapa.

Cabe destacar que el diseño de cada uno de los niveles es realizado por la Unidad de Explotación de Almacenes de Renault y su distribución es manual en función de los muebles que sean necesarios para dar cabida al referencial gestionado por el almacén y de otros factores como puede ser la maximización de la productividad operativa del almacén.



84



### 4.3 ZONA DE ALMACENAMIENTO DE *PALLETS*

La zona de almacenamiento de *pallets* se utiliza para el *stock* de grandes volúmenes de piezas. La Figura 4.10 muestra una vista superior de esta zona que ocupa la mayor parte de la superficie del almacén, en la que se puede visualizar como en el caso del almacén fotografiado se utilizan tres niveles de *stock* además del de servicio (destinado a la recogida de piezas para la preparación de los pedidos). Por norma, los almacenes de piezas de recambio de Renault únicamente pueden utilizar como nivel de servicio el más próximo al suelo, para de esta manera, evitar tener que realizar recogida de materiales en altura. Otra de las características de esta zona es que todas las referencias están ubicadas dentro de grandes estanterías y colocadas sobre *pallets* para facilitar su manejo.



Figura 4.10. Vista superior de la zona de almacenamiento de *pallets* en un CDE de Renault

En función de la mayor o menor demanda de las referencias de volumen medio y grande (más de  $0.125 \text{ m}^3$  por pieza), su recogida para la inclusión en los pedidos de cliente se establece en la plataforma o en la zona *pallets*. Si la demanda es grande la

recogida se realiza en la zona *pallets* puesto que es normalmente más rápido y facilita la reposición debido a que el material de *stock* está justo en los niveles superiores al de servicio.

Finalmente comentar que las piezas pueden estar situadas tanto en *pallets* cerrados como en grandes cajas o contenedores (en la Figura 4.11 se puede ver ambos casos). Esto es función del tipo de recogida que deba tener el material (unitario, en caja...) y, claramente, puede variar en función de la evolución de las necesidades del almacén.



Figura 4.11. Foto de almacenamiento de piezas dentro de la zona *pallets*

#### **4.4 ZONA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES SENSIBLES E INFLAMABLES**

Todo el material peligroso, debido a sus características químicas y todas las piezas de gran valor, como pueden ser los GPS, son almacenados en esta zona que se



encuentra aislada del resto del almacén mediante muros (ver Figura 4.12) y cuya entrada está restringida para la mayor parte del personal del almacén. Cuenta con sistemas de seguridad antiincendios y contra posibles humos tóxicos. El mobiliario en el que se almacenan los productos inflamables es muy similar estructuralmente al de la plataforma, aunque sus armarios contienen un menor número de estanterías y cajas.



Figura 4.12. Foto de la puerta de entrada a la zona de almacenamiento de materiales sensibles e inflamables

Esta zona también cuenta con un sistema de rejas para proteger aún más las piezas de mayor valor y cuya llave de entrada solo la dispone la dirección del almacén, ya que el *picking* de estas piezas suele realizarse de manera conjunta para todos los clientes en un momento determinado de la jornada. La Figura 4.13 muestra las estanterías que están dentro del sistema de rejas y donde se puede observar como su estructura es muy similar a la de la zona *pallets*, pero con menor espacio entre los diferentes niveles de almacenamiento para ajustarse a la altura del resto de la zona.



Figura 4.13. Foto de la zona enrejada destinada a la protección de los materiales de mayor valor económico

## 4.5 ZONAS DE RECEPCIÓN Y EXPEDICIÓN

En los almacenes de piezas de recambio de Renault el tráfico de transporte obligado para poder cubrir las necesidades del negocio, exige tener separadas la zona de recepción y la zona de expedición de materiales (ver Figura 4.14). Cada una de estas zonas tiene una serie de muelles destinados a la carga o descarga de camiones y una superficie reservada dentro del almacén. La finalidad de esta superficie es, en el caso de la zona de recepción, poder diferenciar todo el material que llega en función de sus características para facilitar su posterior ubicación en las estanterías y, en el caso de la zona de expedición, agrupar todos los pedidos ya preparados según la situación geográfica del cliente o del transporte en el que vayan a ser cargados. El objetivo en ambos casos es optimizar la eficacia de los procesos operativos dentro del almacén.



Figura 4.14. Foto de los muelles correspondientes a las zonas de recepción y expedición

## 4.6 ZONA DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS

El funcionamiento de la zona de preparación de pedidos en la mayor parte de los almacenes de piezas de recambio se fundamenta a partir de una cinta transportadora con forma de U. Los responsables de recolectar el material de las estanterías y armarios de almacenamiento van dejando todas las piezas encima de esta cinta, alrededor de la que están colocadas varias personas encargadas de preparar los pedidos de los diferentes grupos de clientes. Estos preparadores van recibiendo unas listas en las que observan las referencias que corresponden a cada cliente y van introduciendo el material en unas cestas para su posterior inclusión en las cajas adecuadas para el transporte en camiones. En la Figura 4.15 puede verse una parte de la cinta y diversas cestas situadas a su alrededor destinadas a la clasificación de las piezas en función del cliente. Indicar también que esta zona de preparación de pedidos suele estar muy próxima a la de expedición, en un intento de minimizar la distancia que debe recorrer el material desde su recolección hasta su salida del almacén.





Figura 4.15. Foto de la zona destinada a la preparación de pedidos

## **5 Estudio de saturación de los almacenes de piezas de recambio de Renault**

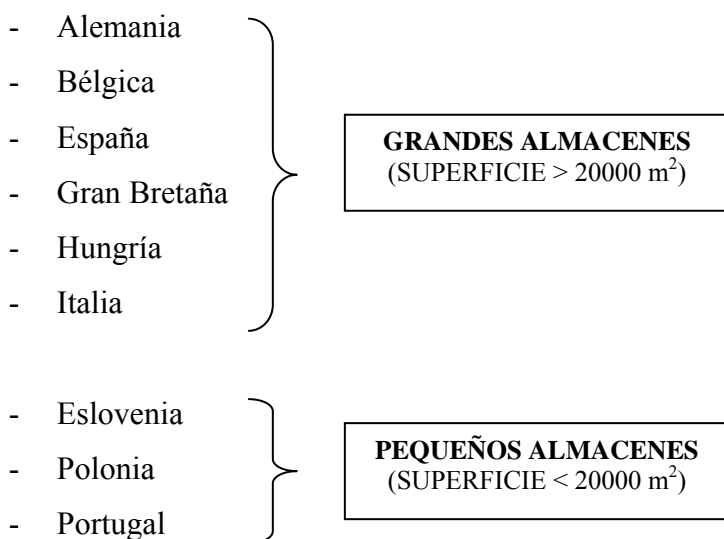
En este capítulo se describe la primera de las dos herramientas desarrolladas durante la realización de este proyecto. Este primer trabajo tiene por finalidad lograr un análisis rápido y realista del nivel de saturación de los almacenes de piezas de recambio que Renault tiene repartidos por todo el mundo. Para lograrlo, se ha trabajado inicialmente en la obtención de dos coeficientes que proporcionen de manera rápida la información deseada.

Cabe destacar que esta herramienta se lleva a cabo para el caso particular de los almacenes de distribución de piezas de recambio europeos (como caso inicial y debido a la facilidad para la verificación de datos teóricos con reales), aunque la metodología de cálculo es perfectamente extrapolable a cualquier otro almacén de Renault ubicado fuera de Europa. Se comenzará por una breve descripción en la que se dará a conocer la función de estos almacenes y su ubicación geográfica dentro de Europa.

## 5.1 LOS ALMACENES DE DISTRIBUCIÓN DE PIEZAS DE RECAMBIO DE RENAULT EN EUROPA

Los almacenes destinados a la distribución de piezas de recambio que Renault tiene situados en el continente europeo son conocidos dentro de la empresa como **CDE** (*Centre de Distribution Européen* – **Centro de Distribución Europeo**). Su función es la de recibir los pedidos de la redes de distribución finales (las cuales agrupan por zonas las necesidades de los talleres) y suministrarles los repuestos demandados según los plazos establecidos. Para poder realizar su cometido tienen en primer lugar, y una vez computados todos los pedidos de la redes finales, que lanzar las órdenes de aprovisionamiento al gran almacén de distribución central, situado en Francia, que tenga en su referencial el material necesario y/o a sus proveedores locales y, en segundo término, una vez recibido este material preparar los pedidos ya que el material se recibe en *pallets* que contienen múltiples piezas idénticas, mientras que la red de distribución pide lotes de distintas piezas.

Los CDE están repartidos por nueve países europeos, diferenciando dos tipos dentro de ellos: los grandes y los pequeños. Los países que cuentan con almacenes de estas características son:



## 5.2 FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO

Como ya se ha comentado al inicio de este capítulo, el objetivo de este estudio es el desarrollar una herramienta sobre la base de Microsoft Access y Microsoft Excel que, de manera simple y rápida, permita clasificar por orden de criticidad los almacenes europeos de Renault para, de esta manera, poder determinar en cuál o cuáles de estos centros de distribución será necesario invertir dinero con el objeto de mejorar su capacidad de almacenamiento y, consecuentemente, el servicio que ofrecerá a sus clientes.

El estudio nace en la reflexión de los parámetros a utilizar para mostrar la situación del almacén. La elección de estos indicadores se fundamenta en la necesidad que transmite el responsable de la Unidad de Proyectos Internacionales de Renault y en los medios disponibles para la obtención de los datos necesarios para el cálculo, mediante la utilización de una de las bases de datos interna de la empresa que contiene toda la información referente a los centros de distribución. Finalmente, los ratios elegidos para evaluar el índice de saturación del almacén están basados en dos conceptos:

1. Volumen almacenado por metro cuadrado [ $m^3/m^2$ ]
2. Necesidad de superficie según tipo referencia por metro cuadrado [ $m^2/m^2$ ]

Una vez elegidos los indicadores y definida la metodología de cálculo a partir de la información que ofrece la base de datos, se piensa en la forma de verificar todos los resultados obtenidos con la realidad. Se selecciona, por proximidad geográfica al lugar habitual de trabajo, el almacén que la Dirección Logística de Piezas y Accesorios de Renault tiene situado en Bélgica (ver Figura 5.1) y donde, tras la realización de un cálculo de su situación en base a los parámetros antes nombrados, se comprobará la analogía entre situación teórica y situación real.



Figura 5.1. Vista exterior del centro de distribución de piezas de recambio que Renault tiene situado en Bélgica

### 5.2.1 Recursos de información necesarios para la realización del estudio

El estudio se ha realizado principalmente a partir de una de las bases de datos internas de Renault, conocida como IS (*InfoService*). Esta base de datos es utilizada por todos los países nombrados en el primer apartado de este capítulo, menos España y Hungría. Estos dos países trabajan con distinto sistema de gestión que el resto, impidiéndoles incluir todos sus datos en la base IS. Para España el sistema de información es ORDENAL, mientras que para Hungría es SAP.

La información que será necesaria extraer de los diferentes sistemas de información tendrá por objetivo poder determinar los siguientes valores:

- Volumen almacenado por referencia.
- Volumen máximo necesario por referencia.
- *Stock* de seguridad por referencia.



### 5.2.2 Hipótesis de trabajo

Las diferentes hipótesis de trabajo tomadas son principalmente consecuencia de la manera en la que están organizados los CDE y su intención es la de simplificar el modo de cálculo. Las hipótesis utilizadas para la realización del estudio son las siguientes:

- 1) Se consideran dos zonas de almacenaje para la realización de los cálculos (plataforma y zona de almacenamiento de *pallets*), teniendo en cuenta que tanto los niveles de altura como la superficie dedicada a cada zona pueden variar de un país a otro en función de las necesidades de los mismos. La zona de materiales sensibles y peligrosos se supone dentro de la plataforma, al contar con una estructura muy similar.
- 2) El periodo de estudio sobre el que se realizan los cálculos sobre las necesidades de *stock* es de 30 días, debido a que la **tasa de rotación** (número de veces que las existencias rotan en un almacén a lo largo de un año) objetivo es de 12, lo que quiere decir que como máximo se debe tener un periodo de cobertura de *stock* de un mes para cualquiera de las referencias gestionadas por el almacén. El periodo de cobertura podrá disminuir a medida que lo haga el tiempo de aprovisionamiento o *lead time* de una referencia.
- 3) Todos los cálculos se realizan sobre una hipótesis de un 100% en la tasa de servicio al cliente.
- 4) Una referencia será considerada en riesgo de ruptura siempre que el número de unidades almacenadas estén por debajo del nivel de *stock* de seguridad calculado. La metodología de cálculo de este *stock* será expuesta en el siguiente apartado de este capítulo.
- 5) Una referencia tiene exceso de piezas almacenadas cuando su número de unidades en *stock* esté por encima del nivel de *stock* máximo calculado más un cierto coeficiente de permisividad (que podrá ser parametrizado por el usuario).

La razón de utilizar un coeficiente de permisividad es el uso de previsiones de ventas para la realización de los cálculos, lo cual disminuye la fiabilidad de los resultados.

- 6) La tasa de disponibilidad cliente no se considera parte de este estudio, es decir, solo se ha trabajado sobre las piezas en *stock* (referencias que son elegidas por la dirección del almacén en función del volumen de ventas que les pueden proporcionar) y no sobre todo el referencial de piezas gestionadas por el almacén. El número de referencias en *stock* es habitualmente menor que el total de las incluidas en el referencial del almacén, debido a que de incluirse todas se saturaría el almacén al tener tantas referencias en *stock* (Renault tiene una gran cantidad de diferentes modelos de vehículos para todos los que debe poder suministrar repuestos).
- 7) Para los cálculos de disponibilidad y necesidad de volumen se ha considerado que si una referencia se encuentra por debajo del nivel de *stock* de seguridad (en ruptura) está en el final de su ciclo de aprovisionamiento y se ha ubicado sobre la línea de *stock* de seguridad. Por otro lado, toda pieza que está por encima del nivel de *stock* máximo más el margen de seguridad (en exceso de *stock*), se considera que se encuentra en el comienzo del ciclo de aprovisionamiento y ha sido situada sobre la línea de *stock* máximo más el margen de seguridad a efectos del cálculo de exceso de volumen, aportando un criterio de cierta benevolencia a la herramienta debido a la variabilidad de la demanda. Estas hipótesis se muestran de manera gráfica en la Figura 5.2.

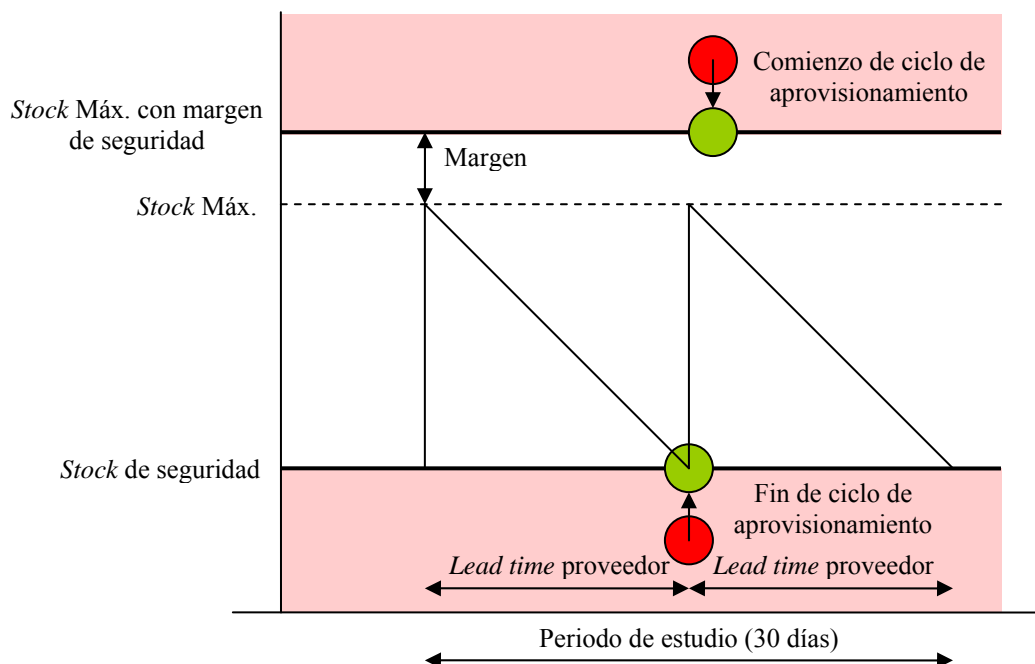


Figura 5.2. Gráfico explicativo del funcionamiento de la lógica del cálculo

- 8) La disminución del *stock* de una referencia se considera lineal desde el punto de aprovisionamiento y durante todo el *lead time* (tiempo de aprovisionamiento) del proveedor.
- 9) El dato de superficie del almacén, incluido en el cálculo, simplemente considera la superficie del almacén destinada al *stock* de piezas (nunca superficie designada a otros efectos como oficinas o comedores, que se consideran como una superficie añadida a la de almacenamiento).
- 10) Se trabaja sobre la hipótesis de cuatro tipos de piezas almacenadas:
  - Piezas muy pequeñas (volumen  $\leq 0.001 \text{ m}^3$ ).
  - Piezas pequeñas ( $0.001 \text{ m}^3 > \text{volumen} \leq 0.125 \text{ m}^3$ ).
  - Piezas medianas ( $0.125 \text{ m}^3 > \text{volumen} \leq 1 \text{ m}^3$ ).
  - Piezas grandes (volumen  $> 1 \text{ m}^3$ ).
- 11) La necesidad de superficie estimada según el tamaño de la referencia es:

- Piezas muy pequeñas  $\rightarrow 0.01 \frac{m^2}{referencia}$ .
- Piezas pequeñas  $\rightarrow 0.01 \frac{m^2}{referencia}$ .
- Piezas medianas  $\rightarrow 0.42 \frac{m^2}{referencia}$ .
- Piezas grandes  $\rightarrow 1.40 \frac{m^2}{referencia}$ .

### 5.2.3 Principio del cálculo utilizado en el estudio

El principio del cálculo se basa en la obtención de dos ratios indicativos del nivel de saturación que tiene la superficie de almacenamiento de un centro de distribución. Es importante diferenciar claramente el concepto de superficie del almacén, del concepto de superficie de almacenamiento disponible. En el primero de los casos se habla simplemente de la extensión que ocupa el almacén, mientras que el segundo de los términos considera el número de niveles de almacenamiento que tiene cada una de las dos partes principales del almacén. Este número de niveles multiplica la superficie del almacén en tantas veces como niveles de mobiliario tenga cada una de las zonas de almacenamiento.

Ya se ha comentado anteriormente que los ratios utilizados ofrecen una relación **volumen almacenado – superficie** y **necesidad de superficie según tipo de referencia – superficie**. Para el ratio que relaciona volumen y superficie, se ha trabajado sobre dos hipótesis: real e ideal. A continuación se pasa a definir ambos conceptos:

- La **hipótesis real** se limita a ofrecer una “foto” de la situación actual del almacén, calculando el volumen en *stock* referencia por referencia y, una vez obtenido el volumen total, compararlo con la superficie de almacenamiento disponible tanto en la plataforma como en la zona de almacenamiento de *pallets* (ver hipótesis de trabajo número uno). Es importante destacar que el volumen en *stock* de las referencias en ruptura es corregido hasta el nivel de *stock* de

seguridad a la hora de realizar el cálculo, debido a que la utilización de una hipótesis de 100% de efectividad en la tasa de servicio cliente implica que nunca se debe caer por debajo de este punto.

- La **hipótesis ideal** trabaja con todas las referencias situadas en su nivel de *stock* ideal máximo posible (*stock* máximo más margen de permisividad definido por el usuario). Este caso es considerado como el más desfavorable posible para el almacén (a nivel de material en *stock*), pues estaría requiriendo la capacidad máxima del almacén. Aunque realmente solo sea posible alcanzar este punto en una situación inicial o condicionada por factores muy determinados (los *lead time* de las distintas referencias son bastante desiguales), se ha considerado esta situación como la ideal para el cálculo de la superficie de almacenamiento necesaria en un centro de distribución.

Además de la información que ofrece cada una de las hipótesis expuestas individualmente, el usuario obtiene una información complementaria realmente útil; puede comprobar los desajustes que se producen entre las situaciones reales e ideales ya que la herramienta permite visualizar referencia por referencia una comparativa entre el *stock* real e ideal. La importancia de esta comparación reside en el recelo que la dirección de los almacenes tiene para respetar los objetivos de rotación de *stocks* que son marcados desde Francia. La dirección de los almacenes tiende a tener un gran *stock* en las referencias que son estratégicas para su cifra de ventas, cuya consecuencia fundamental es la desviación de los objetivos de tasa de rotación que les son definidos. Esto genera, en determinadas ocasiones, que sean demandadas ampliaciones de superficie desde la dirección de los almacenes cuando no es en absoluto necesario y una excesiva inversión económica en material inmovilizado.

## 5.3 METODOLOGÍA DEL CÁLCULO

En este apartado se pretende mostrar las ecuaciones utilizadas para la realización del estudio de saturación. Se detallará la metodología utilizada para la obtención de los tres valores sobre los que gira el cálculo: volumen almacenado por referencia, *stock* de

seguridad por referencia y volumen máximo necesario por referencia. El mayor detalle será para los cálculos realizados a partir de los datos obtenidos de la base de datos *InfoService* (IS), puesto que la herramienta tenía por objetivo fundamental la comparación de los países cuyo centro de distribución utilizaba este sistema de información.

### 5.3.1 Países con información proveniente de la base IS

Salvo las excepciones de España y Hungría, en el momento que se realiza este estudio, el resto de países incluyen todos sus datos en *InfoService*. La importancia de la IS es muy grande en Renault, ya que contiene de manera muy detallada toda la información de la mayoría de sus centros de distribución de piezas de recambio. A continuación se detallará cada una de las ecuaciones utilizadas, mostrando claramente la información que se obtiene de cada uno de los campos.

#### 5.3.1.1 Volumen almacenado por referencia ( $V_{ALM}$ )

Este es el valor más sencillo de obtener. Únicamente es necesario conocer la referencia, el número de piezas en *stock* de cada referencia y el volumen unitario de cada una de ellas. Los campos utilizados provenientes de la base de datos y la expresión del cálculo son los siguientes:

$$V_{ALM} [m^3] = STOPIE \times VOLPIE$$

- REF  $\equiv$  referencia
- STOPIE  $\equiv$  número de piezas en *stock* para una referencia dada
- VOLPIE [ $m^3$ ]  $\equiv$  volumen unitario de cada tipo de referencia.

#### 5.3.1.2 Stock de seguridad por referencia ( $S_s$ )

Este *stock* de seguridad esta basado en una fórmula oficial definida por Renault. La fórmula y los parámetros que en ella intervienen se detallan a continuación:

$$S_s [m^3] = \frac{ECALSS}{10} \cdot VOLPIE$$

- VOLPIE [m<sup>3</sup>] ≡ volumen unitario de cada tipo de referencia
- ECALSS ≡ parámetro que relaciona la diferencia entre las previsiones de ventas y las ventas reales multiplicado por 10

$$ECALSS \equiv ECART \text{ LISSE} = (1 - \alpha) ECALSS_{p-1} + \alpha \cdot \text{ventas previstas } p - 1.07 \times PREVIM_{p-1}$$

Los parámetros que intervienen en esta expresión son:

- $\alpha$  ≡ coeficiente de lisado exponencial (valor esta comprendido entre 0 y 1)
- p ≡ periodo
- PREVIM ≡ previsión de ventas del número de unidades de una referencia para un periodo de 28 días multiplicada por 10

$$PREVIM = (1 - \alpha) PREVIM_{p-1} + \alpha \cdot \text{ventas previstas } p$$

**NOTA:** Cuando se dice que un campo esta multiplicado por 10 es debido a que el programa de origen no admite la coma y se ha recurrido a esta solución para poder tener los campos disponibles en la base de datos.

### 5.3.1.3 Volumen máximo necesario por referencia (V<sub>MAX</sub>)

Este volumen es calculado principalmente a partir de las previsiones de ventas que existen para cada una de las referencias que gestiona un almacén. Hay un parámetro fundamental en la realización de estos cálculos; la tasa de rotación de *stock*. Como se muestra a continuación, todos los cálculos están realizados sobre la base de una tasa de rotación de 12, eso si, el usuario podrá modificar este valor en lo hoja Excel si lo considera oportuno. La fórmula utilizada para calcular el volumen máximo viene definida por la siguiente expresión:

$$V_{MAX} [m^3] = \left[ \frac{12}{Tasa\_de\_rotacion} \left( \frac{1.07}{10} \cdot PREVIM \cdot \frac{DELPIE}{30} \right) \right] \times VOLPIE + S_s$$

- Tasa de rotación ≡ parámetro a definir por el usuario en la hoja Excel
- DELPIE [días] ≡ tiempo de entrega (*lead time*) de una referencia
- VOLPIE [m<sup>3</sup>] ≡ volumen unitario de cada tipo de referencia
- PREVIM ≡ previsión de ventas del número de unidades de una referencia para un periodo de 28 días multiplicada por 10

$$\text{PREVIM} = (1 - \alpha) \text{PREVIM}_{p-1} + \alpha \cdot \text{ventas previstas}_p$$

Los parámetros que intervienen en esta expresión son:

- $\alpha \equiv$  coeficiente de lisado exponencial (valor esta comprendido entre 0 y 1)
- $p \equiv$  periodo

**NOTA 1:** Para la realización de este calculo se ha utilizado el “principio de las áreas” para adaptar el tiempo de aprovisionamiento de cada referencia al tiempo de estudio. Como el estudio se realiza sobre la base de 30 días, en función del *lead time* proveedor de una referencia se ha calculado la capacidad máxima necesaria de almacenamiento que debe tener el centro de distribución para cada una de ellas.

**NOTA 2:** El valor 12 en la tasa de rotación es debido a que el objetivo de la marca es tener almacenado únicamente el material necesario para un mes, por lo que se descarta la cobertura sobre los periodos siguientes. Todos los valores de la tasa de rotación menores que 12 implican una cobertura sobre el mes siguiente al actual.

Finalmente recordar que para el cálculo de disponibilidad-necesidad de volumen se ha añadido un margen de benevolencia que debe ser definido por el usuario en la pantalla de introducción de datos. Por el contrario, no ha sido incluido ningún margen para el punto de *stock* de seguridad porque este cálculo está fundamentado, casi en su totalidad, en el histórico de ventas. La ecuación de volumen máximo necesario por referencia incluyendo el margen de permisividad resulta:

$$V_{\text{MAX Final}} [\text{m}^3] = (1 + \text{margen de permisividad}) \times V_{\text{MAX}}$$

### 5.3.2 Países con información proveniente de OPTIMAG

El único país para el que ha sido necesario trabajar con OPTIMAG es España, ya que su programa de gestión es distinto al del resto. Los campos utilizados son los siguientes:

- VOLUME STOCKE  $\equiv$  volumen almacenado por referencia.
- VOLUME MAX  $\equiv$  volumen máximo por referencia.



- VOLUME PIECE  $\equiv$  volumen por referencia.
- STOCK SECURITE PIECE  $\equiv$  stock de seguridad unitario por referencia.

La preparación de datos necesaria para España ha sido realmente simple puesto que es el propio programa OPTIMAG, mediante algunas de sus herramientas, el que ha calculado los parámetros de volumen máximo a poder almacenar para cada tipo de referencia y el *stock* de seguridad en función de las previsiones de venta, tiempo de aprovisionamiento y demás parámetros considerados por el programa.

### 5.3.3 Países con información proveniente de SAP

Cuando se hace el estudio de saturación, el único país que cuenta con un CDE gestionado por SAP es Hungría. Para este país no se realizó ningún cálculo al no poder disponer de los datos.

## 5.4 DESCRIPCIÓN Y USO DE LA HERRAMIENTA

Esta herramienta de cálculo del nivel de saturación de almacenes de piezas de recambio de Renault está realizada sobre la base de Microsoft Access y Microsoft Excel. El trabajo total de la herramienta está desarrollado en los tres ficheros siguientes:

1. Aplicación Access para automatizar la extracción de datos y su exportación a Excel.
2. Fichero Excel para el cálculo de coeficientes.
3. Fichero Excel recapitulativo en el que se podrá comparar la situación de los diferentes centros de distribución.

A lo largo de este capítulo se va a mostrar de manera esquemática el funcionamiento de cada uno de estos ficheros y la información que ofrecen.

#### 5.4.1 Extracción y exportación de datos

El objetivo que tiene la aplicación Access desarrollada (ver Figura 5.3 y Figura 5.4) es simplificar al máximo la extracción de datos de la base de datos correspondiente (*InforService*, ORDENAL), realizar de manera lo más rápida posible las operaciones previas que permitan posteriormente calcular los coeficientes y finalmente la exportación de datos a la hoja Excel.

Para la consecución de los objetivos, se han ideado una serie de consultas y macros en Microsoft Access que son ejecutadas en el momento en el que el usuario presiona el botón correspondiente. Este paso ha sido fundamental a la hora de agilizar el cálculo, ya que normalmente el número de registros sobre los que es necesario calcular su volumen en *stock*, máximo y de seguridad, oscila entre las 25000 y las 70000 referencias. La problemática de hacer estas operaciones en Microsoft Excel, une la lentitud al operar con un gran número de datos a la superación del número máximo de líneas ( $\approx 65000$ ) en varias ocasiones. Se han desarrollado dos tipos de ficheros Access que realizan cálculos similares pero que están particularizados en función del origen de los datos.

En el primero de los casos, países que utilizan un sistema de gestión llamado SIGMPR (ver Figura 5.3), el usuario simplemente tiene que abrir la aplicación y pinchar en el botón ejecutar. En este caso las tablas necesarias de la base de datos IS están relacionadas de manera directa y no es necesaria la importación de datos. Una vez realizada la extracción de los campos necesarios, el programa calcula los datos referencia por referencia y los exporta a la hoja Excel (cuya ubicación está indicada en el mismo formulario).


INTERFACE UTILISATEUR ETUDE DE SATURATION DE MAGASINS EUROPEENS PILOTES PAR SIGMPR
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>Exécution de requêtes et Exportation des données</b> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">EXECUTER</div> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <b>Ouverture du fichier Excel pour la visualisation des Résultats</b> <div style="font-family: monospace; font-size: 0.8em; margin-top: 5px;"> I:\CER_DLPA\01382\Uet_Projets_Internet\Projets\Projets individuels\A_Linares\Saturation CDE\Feuille_base.xls </div> </div>


Figura 5.3. Vista del formulario Access para países con sistema de información *InfoService*

La segunda de las posibilidades es que el usuario quiera analizar el centro de distribución situado en España. Este país no utiliza el sistema de gestión SIGMPR, lo cual implica al usuario la necesidad de pinchar inicialmente el botón importación (ver Figura 5.4) por la imposibilidad de relacionar de manera directa los datos de origen con tablas que se actualicen de manera automática. Los datos a importar deben ser proporcionados por el CDE español. El funcionamiento de la herramienta al pinchar el botón ejecutar es el mismo que en el caso anterior.


INTERFACE UTILISATEUR ETUDE DE SATURATION DE MAGASINS A PARTIR DES RESULTATS OPTIMAG
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>Importation de données</b> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">IMPORTER</div> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <b>Exécution de requêtes et Exportation des données</b> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">EXECUTER</div> </div>
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <b>Ouverture du fichier Excel pour la visualisation des Résultats</b> <div style="font-family: monospace; font-size: 0.8em; margin-top: 5px;"> I:\CER_DLPA\01382\Uet_Projets_Internet\Projets\Projets individuels\A_Linares\Saturation CDE\Feuille_base_OPTIMAG.xls </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>

Figura 5.4. Vista del formulario Access para países con sistema de información ORDENAL

## 5.4.2 Cálculo de coeficientes

El cálculo de los coeficientes de saturación se realiza en un fichero Excel, siempre y cuando, se haya ejecutado previamente la aplicación Access para la exportación de los datos necesarios (ver Figura 5.5). Dentro de los dos tipos de coeficientes definidos, hay que distinguir que según la pestaña elegida por el usuario se pondrán obtener datos a corto o a largo plazo. A continuación se va a detallar cada uno de estos casos.

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
			BASSE DE DONNEES							Calculs sur stock		Calculs de rupture	
1			REF	VOLUME STOCKE PAR REFERENCE (m3)	VOLUME STOCK SECURITE					% RELATIVE VOLUME STOCKE	VOLUME DISPONIBLE	% RELATIVE VOLUME STOCKE	VOLUME EN RUPTURE
2	STOCK MAXI	STOPIE						VALIDATION					
3	0	1	0000044500	0,001176	0	0,000000		0		100%	0,001176		
4	1,605	3	0000044501	0,001173	0,000235	0,000862		0		19%	0,000225		
5	0	2	0000045100	0,00144	0	0,000000		0		100%	0,001440		
6	0,181	2	0000047600	0,00884	0,000442	0,001242		0		85%	0,001474		
7	0	1	0000055407	0,00386	0	0,000000		0		100%	0,003860		
8	0,242	5	0000058200	0,00589	0,000236	0,000521		0		90%	0,005317		
9	0,242	3	0000058201	0,000072	4,8E-06	0,000011		0		84%	0,000060		
10	0	1	0000060600	0,00189	0	0,000000		0		100%	0,001890		
11	0,535	0	0000079901	0	0,000396	0,001455		0				100%	0,000396
12	0,303	1	0000083605	0,002805	0,000281	0,001130		0		56%	0,001562		
13	0	2	0000085600	0,001148	0	0,000000		0		100%	0,001148		
14	0	1	0000085601	0,000001	0	0,000000		0		100%	0,000001		
15	1,091	1	0000085602	0,00016	0,000128	0,000303		1					
16	0	1	0000091000	0,00332	0	0,000000		0		100%	0,003320		
17	0	1	0000091100	0,00237	0	0,000000		0		100%	0,002370		
18	0,06	1	0000094500	0,001326	0	0,000080		0		93%	0,001238		
19	0	1	0000094700	0,00127	0	0,000000		0		100%	0,001270		
20	0	1	0000098802	0,000504	0	0,000000		0		100%	0,000504		
21	0	1	0000098900	0,000909	0	0,000000		0		100%	0,000909		
22	0	1	0000099002	0,0017	0	0,000000		0		100%	0,001700		
23	0,363	1	0000099101	0,00253	0	0,000918		0		60%	0,001520		
24	0,485	2	0000099701	0,0024	0	0,000582		0		73%	0,001760		
25	0,963	4	0000101800	0,002628	0,00046	0,001093		0		54%	0,001426		
26	0,535	0	0000103300	0	7,46E-05	0,000274		0				100%	0,000274
27	0,424	2	0000103400	0,00136	6,79E-05	0,000364		0		71%	0,000961		
28	0	1	0000105003	0,0006	0	0,000000		0		100%	0,000600		
29	0	2	0000105004	0,013718	0	0,000000		0		100%	0,013718		
30	1,476	4	0000105400	0,000936	0,000164	0,000509		0		40%	0,000376		
31	0,181	1	0000105800	0,00504	0	0,000912		0		80%	0,004037		
32	0	4	0000107000	0,0036	0	0,000000		0		100%	0,003600		
33	0	1	0000107100	0,000968	0	0,000000		0		100%	0,000968		
34	0,485	1	0000108301	0,00046	0	0,000223		0		47%	0,000215		
35	0,06	2	0000108302	0,00094	0	0,000028		0		97%	0,000909		
36	0	2	0000108500	0,018374	0	0,000000		0		100%	0,018374		
37	0,121	1	0000109400	0,002736	0	0,000331		0		87%	0,002372		
38	0,06	1	0000114600	0,000643	0	0,000039		0		93%	0,000601		
39	0,064	1	0000116300	0,002116	0	0,000135		0		93%	0,001967		
40	0,545	2	0000116800	0,00168	0,000168	0,000626		0		59%	0,000992		
41	0,064	1	0000117000	0,001598	0	0,000102		0		93%	0,001486		
42	0,121	1	0000119901	0,004827	0	0,000584		0		87%	0,004185		
43	0	2	0000120001	0,000966	0	0,000000		0		100%	0,000966		

Figura 5.5. Ejemplo de cálculo a partir de los datos exportados de la aplicación Access

### 5.4.2.1 Cálculo de coeficientes a corto plazo

Los coeficientes calculados a corto plazo analizan la situación actual del almacén sin tener en cuenta las referencias que serán añadidas debido a la aparición de nuevos modelos de vehículos de la marca. Para facilitar la exposición de los distintos ratios y los datos de entrada necesarios se utilizará durante la explicación la Figura 5.6. Como podrá comprobarse, todas las casillas que estén coloreadas en amarillo corresponderán a los parámetros que deben ser introducidos por el usuario, mientras que el resto de casillas será información exportada por la aplicación Access o valores obtenidos por la misma hoja de cálculo:

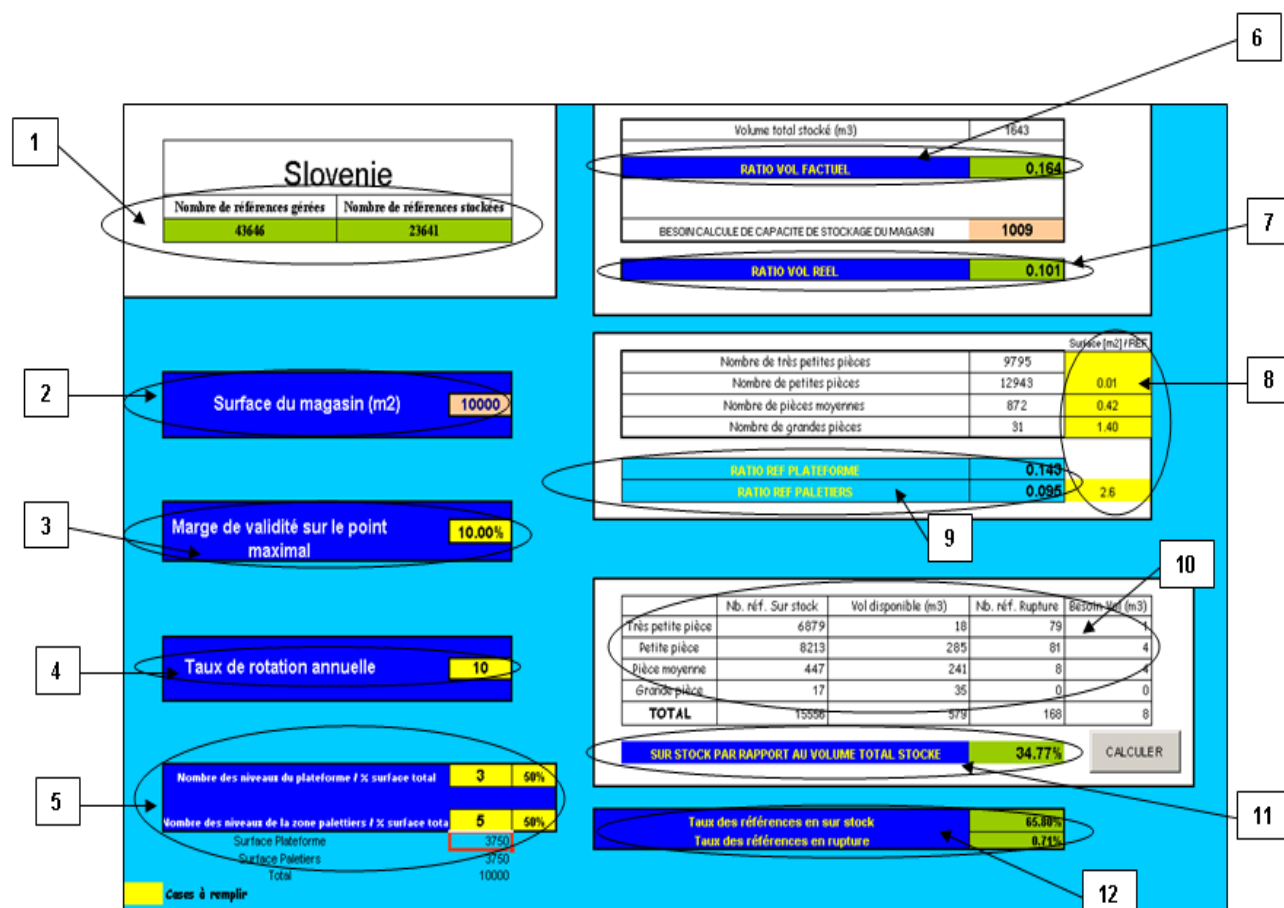


Figura 5.6. Vista de la hoja Excel que muestra los coeficientes calculados a corto plazo

1. Información exportada de la aplicación Access y que ofrece el número de referencias gestionadas por el almacén y el número de referencia que tiene en *stock*.
2. Superficie del almacén.
3. Margen de permisividad utilizado para el cálculo del punto de *stock* máximo de una referencia. Por defecto todos los cálculos se realizan con un margen de un 10%.
4. Tasa de rotación anual con la que está trabajando el centro de distribución.
5. Número de niveles y superficie del total que ocupan tanto la plataforma como la zona de almacenamiento de *pallets*. Los valores que aparecen bajo el cuadro ponderan el número de niveles sobre una base estándar definida (tres niveles para la plataforma y cinco para la zona de almacenamiento de *pallets*) y consideran únicamente la superficie útil de almacenamiento de cada zona. La ponderación realizada tiene por objetivo diferenciar la superficie de almacenamiento de centros de distribución con distintos niveles de *stock*. Las fórmulas utilizadas para cada una de las zonas son:

- Superficie de almacenamiento en plataforma [m<sup>2</sup>]:

$$0.75 \times (\text{Superficie del almacén}) \times (\% \text{ sobre la superficie total}) \times (\text{nº de niveles} / 3)$$

- Superficie de almacenamiento en zona *pallets* [m<sup>2</sup>]:

$$0.75 \times (\text{Superficie del almacén}) \times (\% \text{ sobre la superficie total}) \times (\text{nº de niveles} / 5)$$

- Superficie de almacenamiento total [m<sup>2</sup>]:

$$0.25 \times (\text{Superficie del almacén}) + (\text{Superficie de almacenamiento en plataforma}) + (\text{Superficie de almacenamiento en zona } \textit{pallets})$$

**NOTA 1:** Como puede observarse en las expresiones, se ha considerado el 75% de la superficie de cada zona como útil para el almacenamiento. El 25% es espacio destinado principalmente a los pasillos necesarios para poder circular entre las distintas estanterías.

**NOTA 2:** El 25% de la superficie del almacén considerada en la superficie de almacenamiento total se corresponde con las zonas de recepción, expedición y preparación de pedidos. En estas zonas se puede dejar material en *stock* a nivel de suelo de manera provisional y por esta razón ha sido considerada en el cálculo.

6. Ratio que compara el volumen total en *stock* con la superficie de almacenamiento total.
7. Ratio que compara el volumen máximo ideal a tener en *stock* para el total de las referencias con la superficie de almacenamiento total.
8. Parámetros a introducir por el usuario y que definen la necesidad de superficie que tiene cada tipo de referencia en función de su tamaño y el tipo de *pallet* utilizado.
9. Ratios que comparan la necesidad de superficie debido al número de referencias, en cada una de las dos zonas principales del almacén, con respecto a su superficie de almacenamiento correspondiente. Las expresiones utilizadas para el cálculo de estos coeficientes son las siguientes:

- Ratio plataforma [m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]:

$$[(\text{nº piezas muy pequeñas} + \text{nº piezas pequeñas}) \times (\text{m}^2/\text{ref pequeña}) + 0.85 \times (\text{nº piezas medianas}) \times (\text{m}^2/\text{ref mediana}) + 0.8 \times (\text{nº piezas grandes}) \times (\text{m}^2/\text{ref grande})] / (\text{Superficie de almacenamiento en plataforma})$$

- Ratio zona *pallets* [m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]:

$$[0.15 \times (\text{n}^\circ \text{ piezas medianas}) + 0.2 \times (\text{n}^\circ \text{ piezas grandes})] \times (\text{m}^2/\text{pallet}) / (\text{Superficie de almacenamiento en zona } \textit{pallets})$$

**NOTA:** Se han realizado los cálculos bajo la hipótesis que aproximadamente el 15% de las piezas medianas y el 20% de las piezas grandes están almacenadas en *pallets*, valores que han sido contrastados con el referencial en *stock* de varios países.

10. Tabla que muestra la información, por tipo de pieza, del número de referencias que cuentan con sobre *stock* indicando también el volumen que supone y el número de referencias que están en ruptura con el respectivo volumen que falta para llegar a la línea marcada por el *stock* de seguridad. Estos valores son calculados a partir de una macro que debe ser ejecutada por el usuario y que utiliza los valores de volumen almacenado por referencia, volumen máximo por referencia y *stock* de seguridad por referencia exportados desde la aplicación Access. Las fórmulas utilizadas por el programa para el cálculo de disponibilidad y necesidad de *stock* son las siguientes:

**Volumen disponible** = Volumen real en *stock* – Volumen *stock* máx. permitido

**Necesidad de volumen** = *Stock* de seguridad – Volumen real en *stock*

11. Ratio que muestra, en valor porcentual, el sobre *stock* comparado con el volumen total almacenado.
12. Ratios que ofrecen información del porcentaje de referencias en sobre *stock* y en ruptura respectivamente, cotejándolos con el número de referencias en *stock* que tiene el almacén.

#### 5.4.2.2 Cálculo de coeficientes a largo plazo

En esta parte del estudio se pretende, a partir de los datos habituales que ofrece el departamento de marketing sobre la evolución que tendrá el volumen de ventas y el número de referencias que serán añadidas a la gestión del almacén, poder calcular cuáles serán los parámetros de saturación futuros del almacén. Esto permitirá al usuario tener una visión a largo plazo de la situación del centro de distribución, pudiendo

realizar tantas simulaciones como desee de los distintos escenarios que considere deban ser planteados.

En primer lugar se debe completar la pantalla de entrada de datos (ver Figura 5.7). Como se puede observar en la figura, los únicos datos de entrada (casillas en color amarillo) que se le demandan al usuario son las previsiones que recibe del departamento de marketing; volumen de ventas previsto desde el año actual hasta el de estudio y nuevas referencias por tipo de almacenaje. Dentro de los tres tipos de almacenaje indicados, se agrupan los cuatro grupos de referencias de la siguiente manera:

- **Zona de armarios para piezas pequeñas** → referencias muy pequeñas y pequeñas.
- **Zona alveolar y Zona de chapa** → referencias medianas y grandes.
- **Zona de pallets** → referencias medianas y grandes con gran volumen de ventas.

Es importante tener en cuenta que el dato transmitido por marketing sobre las nuevas referencias por tipo de almacenaje es un valor neto, es decir, resta las referencias que desaparecen por obsoletas a la suma resultante de las nuevas referencias debidas a nuevos modelos y nuevas referencias por modificación de las anteriores.

A continuación se pasa a detallar la pantalla destinada a la introducción de datos para el cálculo de coeficientes a largo plazo:



Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Nouvelles références</b>										
Zone armoire petites pièces	525	750	975							
Zone alvéolaire	315	450	585							
Zone palettier	210	300	390							
<b>Chiffre d'affaires Mj</b>	47	45.3	45.9							

1

**Grand magasin**  
20% des nouvelles références auront besoin d'un casier de service  
*Allemagne, Angleterre, Italie, Espagne, Russie, Hongrie, Belgique*

**Petit magasin**  
15% des nouvelles références auront besoin d'un casier de service  
*Portugal, Pologne, Slovaquie, Maroc, Algérie*

La répartition par zone est la suivante

50% Zone armoire petites pièces  
30% Zone alvéolaire  
20% Zone palettier

2

	Nb. réf. Stockées	Vol stockée réel (m3)	MOYENNE vol/réf	Vol stockée calculé STOCK MAX (m3)	MOYENNE vol/réf
Très petite pièce	9795	39	0.003942401	22	0.002234687
Petite pièce	12943	754	0.058245477	460	0.035538812
Pièce moyenne	972	726	0.15	432	0.15
Grande pièce	31	124	1.5	94	1.5

Calculer

Par rapport à début 2007	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Augmentation de volume</b>	0%	-25%		0%						
<b>À partir situation réel</b>										
Très petite pièce	1.03	1.48		1.92						
Petite pièce	15.29	21.84		28.39						
Pièce moyenne	47.25	67.50		87.75						
Grande pièce	315.00	450.00		585.00						
Augmentation de volume par rapport au début 2007 (m3)	379	544		704						
<b>Volume supplémentaire calculé avec nouvelles références</b>				1624						
<b>Volume supplémentaire calculé avec chiffre d'affaires</b>										
<b>Volume total</b>										
<b>À partir situation calculé</b>										
Très petite pièce	0.59	0.84		1.09						
Petite pièce	9.33	13.33		17.33						
Pièce moyenne	47.25	67.50		87.75						
Grande pièce	315.00	450.00		585.00						
Augmentation de volume par rapport au début 2007 (m3)	373	532		692						
<b>Volume supplémentaire calculé avec nouvelles références</b>				1597						
<b>Volume supplémentaire calculé avec chiffre d'affaires</b>										
<b>Volume total</b>										

3

4

5

6

7

8

Figura 5.7. Vista de la hoja Excel destinada a la entrada de datos para los cálculos a largo plazo

1. Casillas destinadas a la entrada de datos. La tabla está dividida en diferentes años posibles de estudio (es el usuario quien decide hasta donde quiere dar visibilidad a su simulación), en los que se introducirá la información correspondiente a los tres tipos de almacenaje y la cifra de ventas prevista.
2. En esta tabla, que se completa automáticamente mediante una macro, el programa calcula cuál es el volumen medio por tipo de referencia. La intención de este cálculo es poder estimar el volumen aproximado que ocuparán las nuevas referencias en el futuro y, de esta manera, poder trabajar con un valor de volumen. Cabe destacar que los cálculos se realizan considerando la media a partir de la situación real del almacén y también a partir del volumen máximo ideal calculado por referencia. Esto permitirá obtener un ratio simulando un funcionamiento similar al actual del almacén y conseguir otro ratio (más interesante para el diseño) que ofrecerá la situación futura más desfavorable posible.

3. Volumen suplementario que será necesario almacenar debido a la inclusión de nuevas referencias (multiplicando el número de nuevas referencias de cada tipo por su volumen medio correspondiente calculado anteriormente), calculado a partir de la situación actual.
4. Volumen suplementario que será necesario almacenar debido a la inclusión de nuevas referencias (multiplicando el número de nuevas referencias de cada tipo por su volumen medio correspondiente calculado anteriormente), considerando el volumen máximo ideal de cada referencia.
5. Volumen suplementario que será necesario almacenar debido al aumento del volumen de ventas calculado a partir de la situación actual. El cálculo consiste básicamente en relacionar el incremento porcentual de la cifra de negocio futura respecto de la actual con el volumen almacenado para, de esta manera, estimar el volumen que deberá ser almacenado en un futuro.
6. Volumen suplementario que será necesario almacenar debido al aumento del volumen de ventas considerando el volumen máximo ideal de cada referencia.
7. Volumen total extra calculado a partir de la situación actual que se deberá ser capaz de almacenar en el último de los años para los que se ha realizado la simulación. Este valor resulta de una ponderación de los volúmenes calculados en los puntos 3 y 5, ya que habitualmente ambos cálculos ofrecen valores distintos que hay que valorar de manera diferente.
8. Volumen total extra calculado a partir del volumen máximo ideal de cada referencia que se deberá ser capaz de almacenar en el último de los años para los que se ha realizado la simulación. Este valor resulta de una ponderación de los volúmenes calculados en los puntos 4 y 6.

Una vez se han introducidos los datos en la pestaña analizada anteriormente, la obtención de los datos deberá hacerse en otra de las pestañas del fichero llamada ratios futuros. La información que se le ofrece al usuario en este punto va a ser visualizada a partir de la Figura 5.8:

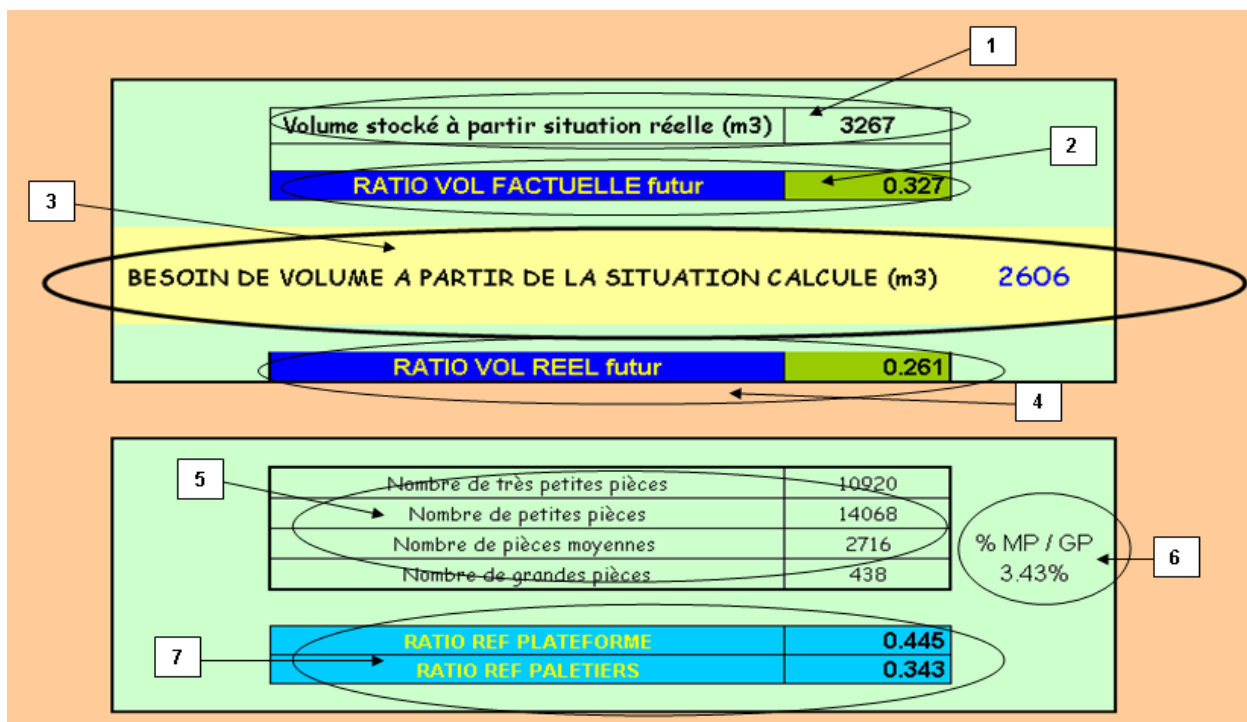


Figura 5.8. Vista de la hoja Excel destinada a la visualización de ratios para los cálculos a largo plazo

1. Volumen en *stock* futuro hipotético, calculado sumando el volumen actual real más el volumen a añadir a partir de la situación actual (casilla 7 de la Figura 5.7).
2. Ratio que compara el volumen calculado en la casilla 1 con la superficie total de almacenamiento.
3. Volumen en *stock* futuro hipotético máximo, calculado sumando el volumen máximo ideal a tener en *stock* más el volumen calculado a partir de la situación de volumen máximo ideal (casilla 8 de la Figura 5.7).
4. Ratio que compara el volumen calculado en la casilla 3 con la superficie total de almacenamiento.
5. Tabla que contiene el número de referencias (separadas por tipo de pieza) que, tras los datos incluidos por el usuario, estarán almacenadas en el centro de distribución en el año de estudio. Como se puede observar en la Figura 5.8 se encuentran los cuatro tipos de piezas habituales, pero se ha partido de una información distinta como era número de referencias por tipo de almacenaje. Para realizar la conversión se ha considerado las siguientes hipótesis:

- **Zona de armarios para piezas pequeñas:** 50% referencias muy pequeñas / 50% referencias pequeñas.

- **Zona alveolar y Zona de chapa:** 60% referencias medianas / 40% referencias grandes.
- **Zona pallets:** Cálculo realizado por la herramienta que se detalla en el punto 6.

**NOTA:** El valor total por tipo de pieza es el resultado de la suma de las referencias actualmente en *stock* más la cantidad obtenida de los cálculos que vienen de detallarse.

6. Valor porcentual conseguido a partir de valores actuales del almacén y que permite conocer cuál es el porcentaje de piezas grandes sobre el total de referencias almacenadas en la zona *pallets*.
7. Ratios que comparan la necesidad de superficie debido al número de referencias, en cada una de las dos zonas principales del almacén, con respecto a su superficie de almacenamiento correspondiente.

## 5.5 COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN EUROPEOS

Una vez detallado el funcionamiento de la herramienta tanto a corto como a largo plazo y visto como se obtienen los diferentes coeficientes necesarios para evaluar la situación del almacén, en este punto se va a mostrar la forma elegida para la visualización de todos estos datos de una manera comparativa. Con este objetivo se crea un nuevo fichero Excel que obtiene de manera automática todos los datos provenientes de los cálculos realizados para cada uno de los países analizados y los ordena en función de su índice de criticidad.

Esta hoja Excel ofrece la información utilizando tablas en las que se puede ver la comparativa de los distintos almacenes analizados. Como se ha destacado anteriormente este estudio se particularizó para los Centros de Distribución Europeos de Renault, con lo que las tablas que se mostrarán a continuación incluirán únicamente a estos almacenes.

### 5.5.1 Tablas comparativas

Se utilizan tres tipos de tablas comparativas para lograr un análisis más detallado y ajustado a la realidad. Los centros de distribución pueden tener problemas de almacenamiento según parámetros de volumen total almacenado, número de referencias almacenadas en la plataforma y número de referencias almacenadas en la zona de *pallets*. Es necesario ofrecer esta información de manera individual para poder identificar la causa del problema que tiene el almacén, si es que el problema existe.

Antes de pasar a ver las tablas, es importante indicar que los intervalos de saturación han sido determinados de manera totalmente empírica mediante un trabajo realizado, junto con la dirección del almacén, durante la visita realizada al CDE situado en Bélgica. La escala obtenida se muestra en el Figura 5.9 y es válida para los tres tipos de tablas que serán descritos a continuación:

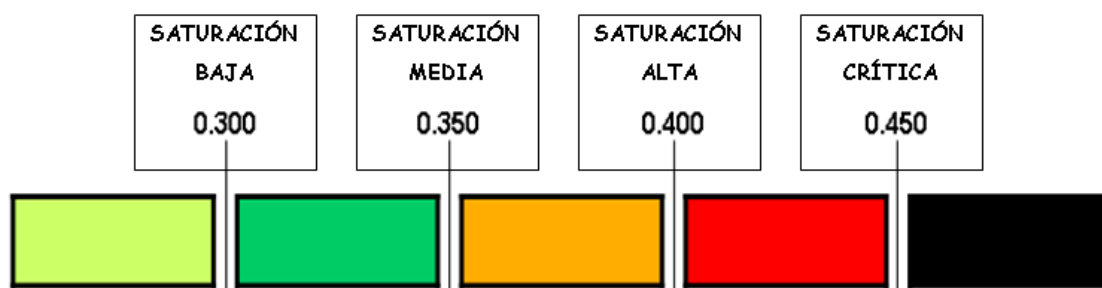


Figura 5.9. Escala indicativa del nivel de saturación de un CDE de Renault

#### - Volumen a almacenar – superficie de almacenamiento disponible [ $\text{m}^3/\text{m}^2$ ]:

En esta tabla se muestra la información sobre el volumen que soporta cada uno de los metros cuadrados del almacén (ver Tabla 5.1). No es necesario diferenciar cada una de las zonas del almacén porque lo que se pretende conocer es la relación entre el volumen que maneja el centro de distribución y la superficie disponible. Esta información es muy valiosa ya que con tiempo de aprovisionamiento muy similar entre los distintos países, como es este caso, la saturación por volumen indica la mayor demanda que tiene un país con respecto a otro. Es un claro indicador de potencialidad de negocio y, por tanto, su peso en la toma de decisiones está próximo al 70%. Un valor excesivamente alto de este ratio

también tiene efectos sobre la tasa de productividad del almacén, debido a que piezas de gran rotación no podrán ser almacenadas a nivel de suelo.

Surface (m2)	Pays			
		Fin 2007	Fin 2008	Fin 2009
37800	Espagne	0.354	0.368	0.387
24300	Allemagne	0.288	0.320	0.361
21630	Italie	0.303	0.324	0.351
31490	Grande Bretagne	0.245	0.272	0.308
23370	Belgique	0.214	0.245	0.287
10000	Slovénie	0.138	0.191	0.261
14100	Portugal	0.159	0.199	0.247
10000	Pologne	0.113	0.153	0.207

Tabla 5.1. Ejemplo de tabal comparativa [ $\text{m}^3/\text{m}^2$ ]

- Necesidad de superficie según tipo de referencia en plataforma – superficie de almacenamiento disponible en plataforma [ $\text{m}^2/\text{m}^2$ ]:

Esta comparativa permite comprobar el nivel de saturación que tiene el mobiliario de la plataforma de cada uno de los países analizados (ver Tabla 5.2).

Surface (m2)	Pays			
		Fin 2007	Fin 2008	Fin 2009
37800	Espagne	0.298	0.365	0.453
10000	Slovénie	0.213	0.314	0.445
21630	Italie	0.237	0.325	0.440
24300	Allemagne	0.224	0.316	0.436
31490	Grande Bretagne	0.238	0.308	0.399
10000	Pologne	0.194	0.274	0.378
23370	Belgique	0.208	0.280	0.373
14100	Portugal	0.188	0.267	0.370

Tabla 5.2. Ejemplo de tabal comparativa [ $\text{m}^2/\text{m}^2$ ] en plataforma

- **Necesidad de superficie según tipo de referencia en zona *pallets* – superficie de almacenamiento disponible en zona *pallets* [ $\text{m}^2/\text{m}^2$ ]:**

A partir de los datos obtenidos en este punto, ver ejemplo en la Tabla 5.3, se obtiene la información del nivel de saturación que tiene la zona de almacenamiento de *pallets* de los países analizados.

Surface (m2)	Pays			
		Fin 2007	Fin 2008	Fin 2009
10000	Slovénie	0.127	0.196	0.286
10000	Pologne	0.124	0.183	0.258
14100	Portugal	0.099	0.148	0.212
23370	Belgique	0.106	0.145	0.196
21630	Italie	0.085	0.122	0.169
31490	Grande Bretagne	0.094	0.123	0.161
37800	Espagne	0.097	0.121	0.152
24300	Allemagne	0.070	0.102	0.145

Tabla 5.3. Ejemplo de tabal comparativa [ $\text{m}^2/\text{m}^2$ ] en zona *pallets*

Finalmente comentar que el interés de tener la información sobre la saturación debido al número de referencias almacenadas de manera independiente en la plataforma y la zona *pallets*, radica en poder diferenciar claramente si el almacén tiene problemas en una zona o en la otra. Como se puede comprobar en el ejemplo de estudio al que pertenecen las tablas 5.1 a 5.3, algunos países muestran problemas en su diseño ya que mientras la plataforma sufre una gran saturación, la zona de almacenamiento de *pallets* no tiene problema alguno.

## **6 Desarrollo de una herramienta para el diseño de almacenes de piezas de recambio de Renault**

El objetivo fundamental de este proyecto consiste en el desarrollo de una herramienta que permita dimensionar cada una de las partes de un nuevo almacén de piezas de recambio de Renault y estimar su coste total a partir, básicamente, de dos datos de entrada: la cifra de ventas estimada del almacén (o el volumen de piezas a gestionar si es conocido) y el número de referencias que se tendrá en *stock*. La herramienta será desarrollada utilizando como base Microsoft Excel, debiendo permitir la simulación de varios escenarios (variación de número de niveles de cada zona, diferente tasa de rotación...) de manera rápida y con resultados precisos.

A lo largo de este capítulo se expondrá todo el proceso de desarrollo de la herramienta, desde el planteamiento de la problemática inicial hasta, finalmente, mostrar su funcionamiento.



## 6.1 ESTUDIO DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO ESQUEMÁTICO DE LA SOLUCIÓN

El problema parte de la continua necesidad que tiene la Unidad de Proyectos Internacionales de Renault de dimensionar los almacenes en los proyectos de nueva implantación y realizar una estimación de su coste total. Hasta el momento en el que se pidió el desarrollo de esta herramienta, para la realización de esta etapa dentro de un proyecto, cada uno de los miembros del equipo utilizaba diferentes formas de cálculo basadas en criterios particulares consecuencia de sus experiencias anteriores. El objetivo definido para este estudio es el de crear una herramienta única que pueda ser utilizada por cualquier componente de la unidad y que, de manera rápida, pueda obtener los resultados de dimensión y de coste sobre el nuevo almacén, considerando siempre la maximización de la productividad de los procesos operativos que se deban realizar en el almacén una vez puesto en funcionamiento.

La mayor dificultad que se presenta es contar solamente con dos datos de entrada: volumen de negocio del almacén o volumen que gestionará (cifra que no es siempre conocida a la hora de estudiar un nuevo proyecto logístico) y tamaño del referencial que tendrá en *stock*. La razón de contar únicamente con estos datos es que cuando Renault pide el estudio y posterior desarrollo de un nuevo proyecto logístico de implantación internacional, lo hace sobre la base de estas cifras provenientes del departamento de marketing.

Ante la falta de datos que se tiene para el diseño se decide fundamentar todo el estudio en la creación de unas tablas históricas basadas en datos ideales (niveles de saturación y productividad de los almacenes) calculados a partir de los Centros de Distribución Europeos cuyos datos están incluidos en la base *InfoService*. Para su creación se utilizarán dos herramientas existentes; la primera de ellas será la aplicación Access con la que cuenta Renault para el cálculo del mobiliario de un almacén a partir de un referencial conocido, mientras que la segunda será la herramienta diseñada para el estudio de saturación de almacenes explicada en el capítulo 5 de este proyecto.

Las tres etapas fundamentales con las que va a contar el desarrollo de la herramienta, y que se detallarán en los próximos apartados de este capítulo, serán las siguientes:

- 1) Estudio histórico sobre los almacenes de piezas de recambio de Renault.
- 2) Estudio de la relación de la cifra de negocio de un almacén y su volumen gestionado.
- 3) Creación de la herramienta sobre la base de Microsoft Excel.

## **6.2 ESTUDIO HISTÓRICO SOBRE LOS ALMACENES DE PIEZAS DE RECAMBIO CREADO A PARTIR DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN EUROPEOS**

Mediante este estudio histórico se quiere obtener una serie de tablas que permitan determinar la superficie ideal y el número de niveles de *stock* necesarios para cada una de las zonas del almacén, a partir de volumen de piezas gestionado y referencial conocidos. Se habla de superficie ideal porque este estudio se fundamenta en la utilización de una herramienta llamada OPTIMAG que la Unidad de Explotación de Almacenes de Renault tiene para definir el tipo de mueble que necesita cada referencia en función de sus dimensiones, sus ventas actuales y sus previsiones de ventas futuras. Una vez conocido este mobiliario, el cálculo de la superficie se obtendrá al multiplicar el número de muebles que deban ser ubicados en planta por la superficie que ocupa cada uno de ellos (incluyendo el espacio asociado al carril de circulación de transpaletas mecánicas o del operario en función del tamaño de las piezas).

### **6.2.1 La herramienta para el cálculo de casilleros por referencia: OPTIMAG**

Esta herramienta, desarrollada en la unidad de Explotación de Almacenes de Renault, permite conocer el mobiliario (a nivel de casilleros de servicio en plataforma y estanterías en la zona de *pallets*) que necesita un almacén a partir de un referencial conocido. Todos los cálculos se realizan sobre la base de Microsoft Access y, de manera simplificada, se puede decir que están basados en los siguientes parámetros:

- Volumen que ocupa cada pieza.
- Ventas actuales de cada referencia.
- Previsión de ventas de cada referencia en un horizonte de al menos doce meses.
- Muebles estándar que se utilizan en los almacenes de piezas de recambio de Renault.
- Número de niveles de *stock* en la zona de *pallets* además del nivel de servicio.
- Tasa de rotación.

Una vez ejecutada la herramienta se obtiene, entre otras cosas, una tabla para cada país (ver ejemplo de Italia en la Figura 6.1) en la que se podrá conocer el tipo de casillero que necesitará cada referencia en función de los parámetros antes nombrados y que tras la ejecución de otros ficheros, permitirá conocer la superficie ideal por zona que es necesario tener en el almacén. Esta tabla, como se podrá comprobar después, será el punto de partida del cálculo de las tablas históricas.

Microsoft Access - [T_Resultat - Table]																			
Archivio Edizione Inserimento Formato Registro Strumenti Visualizza																			Escriba una pregunta
N°	NomSite	Reference	Designation	Famille	LibFamille	Pp	Hp	Lp	Vp	Vp18	Pdop	Qtp	OKOD	Pc	Hc	Lc	Vc	Cod	Naf
311593	Italie	0000044500	OROUJE-NOSILEC	930	OUTIL SPECIALISE	170	65	50	552000	552000	475	2	C04	106	60	139	1551240	9	
311593	Italie	0000044500	OROUJE-SNEM FILTR	930	OUTIL SPECIALISE	70	70	24	1176000	1176000	510	3	C04	106	60	139	1551240	9	
311594	Italie	0000044501	OROUJE-TRAK SNEM	930	OUTIL SPECIALISE	68	44	13	391000	391612	20	10	C02	139	60	123	1025820	9	
311595	Italie	0000047600	OROUJE-SNEMALEC	930	OUTIL SPECIALISE	170	26	10	4420000	4420000	675	1	C04	106	60	139	1551240	9	
311596	Italie	0000055401	OROUJE MS 554-01	930	OUTIL SPECIALISE	125	55	55	300000	300000	140	1	C02	139	60	123	1025820	9	
311597	Italie	0000056200	OROUJE-NOSILEC	930	OUTIL SPECIALISE	183	28	23	1178000	1178520	30	1	C04	106	60	139	1551240	9	
311598	Italie	0000056201	OROUJE-NOSILEC	930	OUTIL SPECIALISE	60	40	10	24000	24000	26	1	C01	123	60	90	664200	9	
311599	Italie	0000056300	OROUJE-VPENALO	930	OUTIL SPECIALISE	90	75	23	1552000	1552500	560	1	C01	123	60	90	664200	9	
311600	Italie	0000059102	NASTAVCH ZA KLJUC	930	OUTIL SPECIALISE	70	40	20	790000	790000	210	1	C01	123	60	90	664200	9	
311601	Italie	0000059104	NENASTAVLJ KLJUC	930	OUTIL SPECIALISE	270	40	34	5412000	5412000	432	2	D01	285	60	123	2103300	9	
311602	Italie	0000060401	UNIKULI DEMUNIAZE	930	OUTIL SPECIALISE	142	85	95	5400000	5400000	280	1	C01	123	60	90	664200	9	
311603	Italie	0000079901	OROUJE ZA MONTAZC	930	OUTIL SPECIALISE	110	60	30	1980000	1980000	520	2	C01	123	60	90	664200	9	
311604	Italie	0000080300	OROUJE-CEV	930	OUTIL SPECIALISE	160	110	25	440000	440000	215	1	C04	106	60	139	1551240	9	
311605	Italie	0000083605	OROUJE-MERILEC PR	930	OUTIL SPECIALISE	170	60	27	2055000	2055000	2148	1	C04	106	60	139	1551240	9	
311606	Italie	0000085600	OROUJE-NOSILEC	930	OUTIL SPECIALISE	135	85	50	574000	574000	96	1	C02	139	60	123	1025820	9	
311607	Italie	0000085601	OROUJE ZA NAST	930	OUTIL SPECIALISE	15	10	10	1000	1000	8	1	C01	123	60	90	664200	9	
311608	Italie	0000085602	OROUJE ZA NASTAV	930	OUTIL SPECIALISE	100	40	40	160000	160000	74	1	C01	123	60	90	664200	9	
311609	Italie	0000086100	OROUJE-NASTAVEK	930	OUTIL SPECIALISE	160	155	110	2728000	2728000	260	1	F03	400	110	200	8800000	9	
311610	Italie	0000091902	OROUJE ZA MONTAZC	930	OUTIL SPECIALISE	180	120	25	540000	540000	258	1	C04	106	60	139	1551240	9	
311611	Italie	0000094300	OROUJE ZA MONT	930	OUTIL SPECIALISE	205	155	110	3495000	3495250	2125	1	F03	400	110	200	8800000	9	
311612	Italie	0000094900	OROUJE-SNEMALEC	930	OUTIL SPECIALISE	130	90	22	2574000	2574000	620	1	C02	139	60	123	1025820	9	
311613	Italie	0000095701	NENASTAVLJ KLJUC	930	OUTIL SPECIALISE	150	40	25	1200000	1200000	300	1	C04	106	60	139	1551240	9	
311614	Italie	0000101000	KLJUC OLJA	930	OUTIL SPECIALISE	130	36	14	657000	657000	180	2	C01	123	60	90	664200	9	
311615	Italie	0000103300	OROUJE	930	OUTIL SPECIALISE	35	35	30	373000	373625	62	2	C01	123	60	90	664200	9	
311616	Italie	0000105004	OROUJE	930	OUTIL SPECIALISE	100	100	100	6850000	6850000	6020	1	F06	400	270	330	35640000	9	
311617	Italie	0000105300	OROUJE-IZVLAKAC	930	OUTIL SPECIALISE	250	200	100	5000000	5000000	990	1	F03	400	110	200	8800000	9	
311618	Italie	0000105400	OROUJE-NOSILEC	930	OUTIL SPECIALISE	170	60	23	234000	234600	145	4	C04	106	60	139	1551240	9	
311619	Italie	0000107100	OROUJE-OGLEDALO	930	OUTIL SPECIALISE	270	40	34	988000	988000	70	1	D01	285	60	123	2103300	9	
311620	Italie	0000107900	OROUJE-MERILEC PR	930	OUTIL SPECIALISE	270	40	34	1914000	1914750	360	1	D01	285	60	123	2103300	9	
311621	Italie	0000108301	OROUJE ZA MONT	930	OUTIL SPECIALISE	140	60	55	460000	460000	284	2	C04	106	60	139	1551240	9	
311622	Italie	0000108302	OROUJE ZA MONT	930	OUTIL SPECIALISE	140	60	55	470000	470000	360	2	C04	106	60	139	1551240	9	
311623	Italie	0000108600	OROUJE	930	OUTIL SPECIALISE	270	40	34	9187000	9187000	3714	0	Y01	0	0	0			
311624	Italie	0000113501	OROUJE-NOSILEC	930	OUTIL SPECIALISE	170	25	22	935000	935000	184	1	C04	106	60	139	1551240	9	
311625	Italie	0000116200	OROUJE KLJUC	930	OUTIL SPECIALISE	100	115	115	2116000	2116000	1344	0	Y01	0	0	0			
311626	Italie	0000116300	OROUJE ZA MONTAZC	930	OUTIL SPECIALISE	90	50	23	1057000	1057500	880	2	C01	123	60	90	664200	9	
311627	Italie	0000116800	UNIKULI KLJUC	930	OUTIL SPECIALISE	270	40	44	948000	948000	522	2	U01	285	60	123	2103300	9	
311628	Italie	0000117000	OROUJE-SNEMALEC	930	OUTIL SPECIALISE	145	105	105	1598000	1598625	1116	1	F02	400	110	150	6600000	9	
311629	Italie	0000119901	OROUJE ZA MONTAZC	930	OUTIL SPECIALISE	270	55	32	4827000	4827000	1498	2	D01	285	60	123	2103300	9	
311630	Italie	0000120001	OROUJE ZA NAST	930	OUTIL SPECIALISE	130	85	45	498000	498000	188	1	C02	139	60	123	1025820	9	
311631	Italie	0000120002	OROUJE ZA MONTAZC	930	OUTIL SPECIALISE	203	160	67	2176000	2176160	529	1	F03	400	110	200	8800000	9	
311632	Italie	0000120002	OROUJE KLESC	930	OUTIL SPECIALISE	110	25	24	660000	660000	350	1	C01	123	60	90	664200	9	
Registri: 34 di 31																			
1 di 1 pagina di 2286																			

Figura 6.1. Ejemplo de tabla resultado de OPTIMAG

## 6.2.2 Cálculo del mobiliario necesario

Antes de comenzar a detallar el procedimiento utilizado para el cálculo del mobiliario de un almacén, es importante introducir un concepto fundamental en el

diseño de almacenes: la **productividad**. Uno de los objetivos planteados en el diseño de la herramienta es maximizar los indicadores de productividad del almacén, algo muy difícil de lograr si no se considera este propósito desde la etapa de diseño. Ha sido necesario incluir este indicador en esta etapa de cálculo del mobiliario, ya que la productividad, en ocasiones, determinará el espacio en planta que es necesario dedicar a una zona. A continuación se pasa a detallar la clasificación ABC de productos utilizada como criterio para posteriormente, explicar como se ha tenido en cuenta la productividad en la creación de las tablas históricas.

#### **6.2.2.1 Clasificación ABC de productos**

En toda empresa comercializadora se hace necesaria una discriminación de artículos con el fin de determinar entre todos ellos cuáles son los que, por sus características, precisan un control más riguroso y una ubicación preferencial.

Existirá un pequeño número de productos con un fuerte volumen de demanda que pueden hacer que se paralice la distribución si no existe disponibilidad de los mismos en el momento oportuno. Así, un buen indicador de la importancia que cada artículo tiene en el almacén es el precio unitario por el volumen demandado. Dicho cálculo determina el volumen de venta de cada referencia y, por tanto, la clasificación, que en el almacén debe realizarse para discriminar los productos que precisan de un mayor control, se regirá según este parámetro.

Cuando se ordenan los artículos según magnitudes decrecientes de su valor de ventas, se suele obtener una representación típica como se muestra en la Figura 6.2. En esta figura puede observarse como aproximadamente un 20% de las referencias representa alrededor del 80% del valor de las ventas, el siguiente 50% de referencias otro 15% y el último 30% de referencias sólo representa, por lo general, un 5% de las ventas.

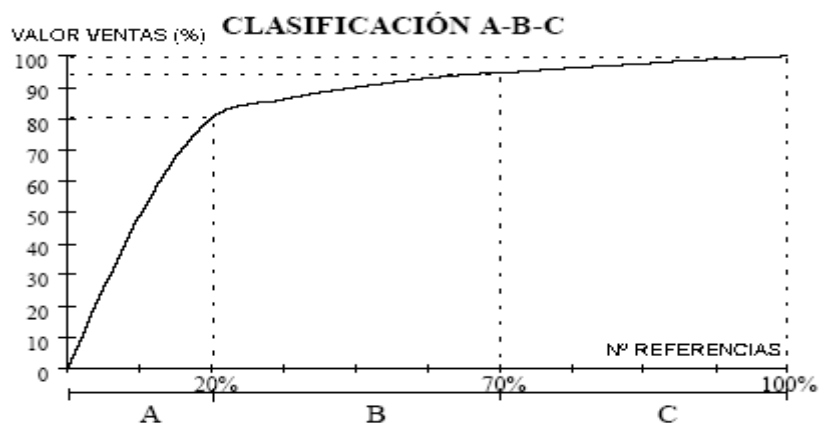


Figura 6.2. Clasificación ABC de productos

Esto da lugar a una clasificación de las referencias, que por realizarse tradicionalmente en tres grupos se denomina ABC, en la que las referencias incluidas en el grupo A son las que representan un mayor volumen de ventas para la empresa, mientras que las del C son las de menor importancia en este sentido. Como norma general, puede decirse que las referencias del grupo A deben ser objeto de un control de existencias sistemático y su nivel de rotación de *stock* será muy alto, por lo que para maximizar la productividad del almacén deberán encontrarse a nivel del suelo. Por el contrario, los grupos B y C se podrán controlar con menos frecuencia y no será necesario tenerlos almacenados a nivel del suelo. [10, 15]

Una vez se ha definida la clasificación ABC de productos, se pasa a mostrar como se ha calculado el mobiliario necesario para un almacén con referencial conocido, considerando la productividad del mismo (todos los productos pertenecientes al grupo A deben estar almacenados a nivel del suelo). Para el cálculo del mobiliario se ha utilizado una aplicación Access que se ayuda de un fichero Excel para la realización de algunos cálculos necesarios para completar el proceso.

#### 6.2.2.2 El proceso de cálculo

La aplicación Access (ver Figura 6.3) tiene por objetivo agrupar y facilitar el proceso de cálculo ya que será necesario realizar un total de siete simulaciones para la obtención de los datos históricos. El trabajo efectuado consiste en:

1. Separar las referencias de la tabla resultado importada de OPTIMAG en función de su volumen de ventas y de las características del mobiliario en los que deben ser almacenadas las distintas referencias.
2. Exportar las tablas resultantes hacia un fichero Excel para el cálculo del número de muebles necesario.
3. Importar los resultados de Excel para su posterior presentación en un tipo de informe definido.

Cabe destacar que el criterio seguido para maximizar la productividad es que, al menos el 80% del volumen de ventas debe estar almacenado a nivel de suelo, limitación que solo deberá ser considerada para las referencias ubicadas en la plataforma, ya que todas las referencias situadas en la zona de *pallets* tienen como único nivel de servicio el del suelo y el resto de niveles corresponde a material en *stock*. OPTIMAG realiza los cálculos considerando el número de niveles de *stock* que el usuario define, es decir, que el hueco o huecos reservados en las estanterías para una referencia en la zona *pallets* toman en cuenta el *stock* de los niveles superiores. Esto supone que si el número de niveles de *stock* definidos no es suficiente, aparecerán *pallets* destinado a *stock* en el nivel de servicio. Este hecho, debe ser evitado puesto que tienen dos consecuencias negativas causantes de un diseño no óptimo; el aumento de superficie en planta destinada a la zona *pallets* y la mayor distancia a recorrer por las transpaletas mecánicas en la recogida de material para la preparación de pedidos.

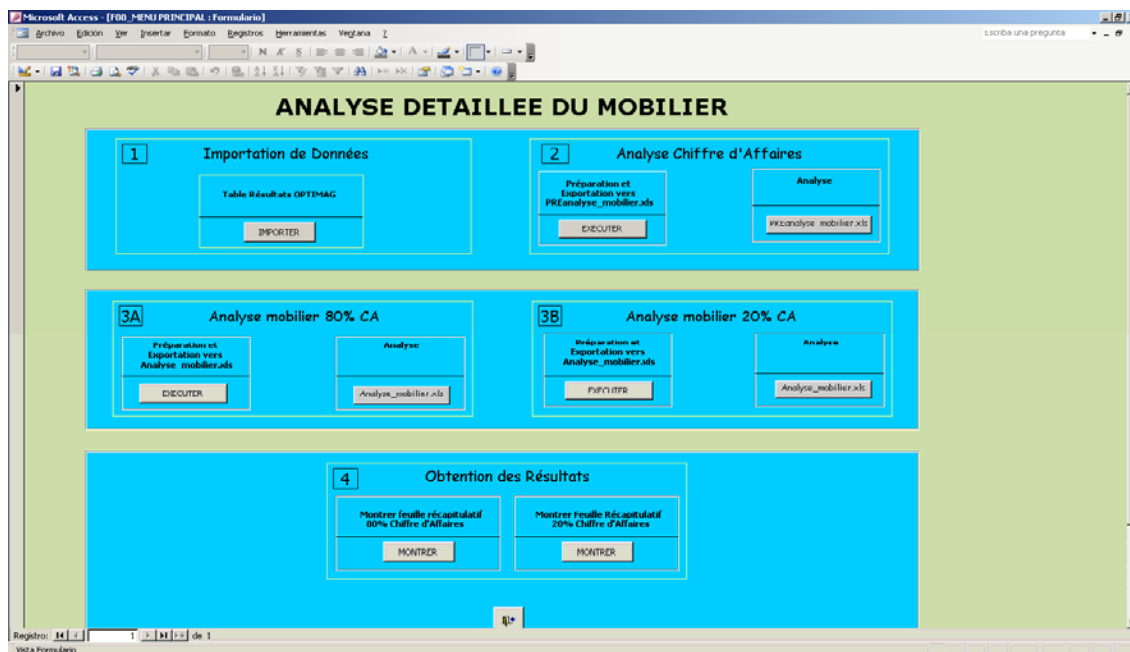


Figura 6.3. Vista del formulario Access para el cálculo del mobiliario de un almacén

Una vez se han ejecutado los pasos previos correspondientes indicados en el formulario Access, hay un grupo de tablas que son exportadas a un fichero Excel para el cálculo del mobiliario necesario según el tipo de mueble que utilice el casillero definido por OPTIMAG para cada referencia. Según el tipo de mobiliario en el que deban ser almacenadas las piezas se hace la siguiente clasificación de referencias:

- Referencias situadas en armarios para pequeñas piezas → **Plataforma.**
- Referencias situadas en la zona alveolar → **Plataforma.**
- Referencias situadas en la zona de chapa → **Plataforma.**
- Referencias situadas en mobiliario específico (cables, parabrisas, llantas, escapes) → **Plataforma.**
- Referencias situadas en contenedores → **Zona pallets.**
- Referencias situadas en *pallets* → **Zona pallets.**
- Referencias situadas en la zona de almacenamiento de materiales sensibles e inflamables → **Zona de almacenamiento de materiales sensibles e inflamables.**

El fichero Excel desarrollado cuenta con varias pestañas que corresponden a diferentes necesidades del proceso de cálculo, pero el usuario únicamente deberá utilizar dos (ver ejemplo en la Figura 6.4) en las que el proceso se ejecutará de manera automática mediante la utilización de macros. Indicar que en este proyecto no se estudiaron los criterios seguidos para calcular el número de muebles, limitándose a integrar en el proceso de cálculo la metodología transmitida desde la Unidad de Explotación de Almacenes (unidad encargada de realizar esta tarea).

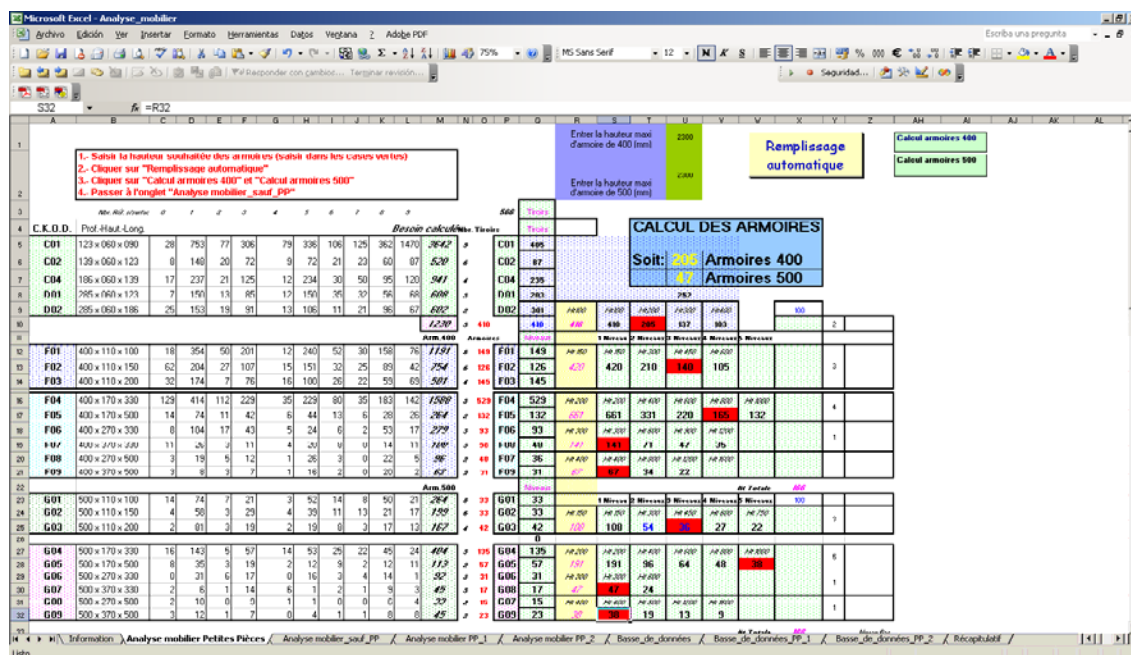


Figura 6.4. Vista del fichero Excel para el cálculo del mobiliario de un almacén

Tras la realización de los cálculos correspondientes en el fichero Excel, el usuario vuelve a la aplicación Access para cumplimentar el último de los puntos y así finalmente poder obtener el número de muebles de cada tipo y según las diferentes zonas del almacén. Los resultados son presentados en dos hojas de informe ordenando los muebles según características predefinidas (ver Figura 6.5), ya que esta aplicación será de utilidad en un futuro por la Unidad de Explotación de Almacenes a la hora realizar el cálculo de mobiliarios. La razón de utilizar dos hojas es que en una de ellas se muestran los resultados para el 80% del volumen de ventas (muebles a incluir a nivel de planta) y en la otra los resultados para el 20% restante. De esta forma se facilitará la creación del histórico respetando indicadores de productividad.



SYNTHESE RESULTATS			
Analyse du mobilier de la partie 80% Chiffre d'Affaires			
<b>Zone Petites Pièces</b>		<b>Zone Paletiers</b>	
Armoires 400 mm profondeur	35	Profondeur 1,20 m	32
Armoires 500 mm profondeur	19	Profondeur 1,50 m	3
		Profondeur 2 m	12
<b>Zone Alvéolaire</b>		<b>Zone Conteneurs</b>	
Longueur 2m \ Profondeur 500 mm	50	Profondeur 1,20 m	4
Longueur 2m \ Profondeur 1m	26	Profondeur 1,50 m	0
ou		Profondeur 2 m	0
Longueur 3m \ Profondeur 500 mm	34		
Longueur 3m \ Profondeur 1m	17		
<b>Zone Tôlerie</b>		<b>Local Sensible</b>	
Profondeur 1,5 m		Armoires 400 mm profondeur	0
Longuer 2m Simple	65	Armoires 500 mm profondeur	3
ou		Longueur 2m \ Profondeur 500 mm	3
Profondeur 1,5 m		Longueur 2m \ Profondeur 1m	4
Longuer 2m Double	34	ou	
Profondeur 1,5 m		Longueur 3m \ Profondeur 500 mm	2
Longuer 3m Simple	42	Longueur 3m \ Profondeur 1m	5
ou			
Profondeur 1,5 m			
Longuer 3m Double	22		
Profondeur 2 m			
Longuer 2m Simple	14		
ou			
Profondeur 2 m			
Longuer 2m Double	9		
Profondeur 2 m			
Longuer 3m Simple	10		
ou			
Profondeur 2 m			
Longuer 3m Double	6		
<b>Local Inflammable</b>		<b>Mobilier Spécifiques</b>	
Armoires 400 mm profondeur	0	Pneus	0
Armoires 500 mm profondeur	0	Jantes	18
Longueur 2m \ Profondeur 500 mm	2	Echappements	1
Longueur 2m \ Profondeur 1m	2	Meuble de 1 m câbles	1
ou		ou	
Longueur 3m \ Profondeur 500 mm	1	Meuble de 2 m câbles	1
Longueur 3m \ Profondeur 1m	4	ou	
		Meuble de 3 m câbles	1
Pourcentage des pièces NAF	6 %	Nombre total de références stockées dans le magasin	22866

Figura 6.5. Informe de resultados del cálculo de mobiliario de un almacén

### 6.2.3 Cálculo de la superficie a partir de mobiliario conocido

Todos los datos obtenidos en el cálculo del mobiliario se reciben de manera automática en un nuevo fichero Excel. En esta hoja de cálculo se van a obtener, entre otros datos, la superficie necesaria para cada una de las zonas del almacén respetando en todo momento la restricción marcada por el criterio de productividad (80% del volumen de ventas de la plataforma con su nivel de servicio ubicado en planta baja). La conversión de número de muebles a superficie se realiza utilizando el parámetro de superficie asociada a cada tipo de mueble (ver Figura 6.6). Cabe destacar que este valor de conversión de número de muebles a superficie, ya considera el espacio necesario para los pasillos de circulación.

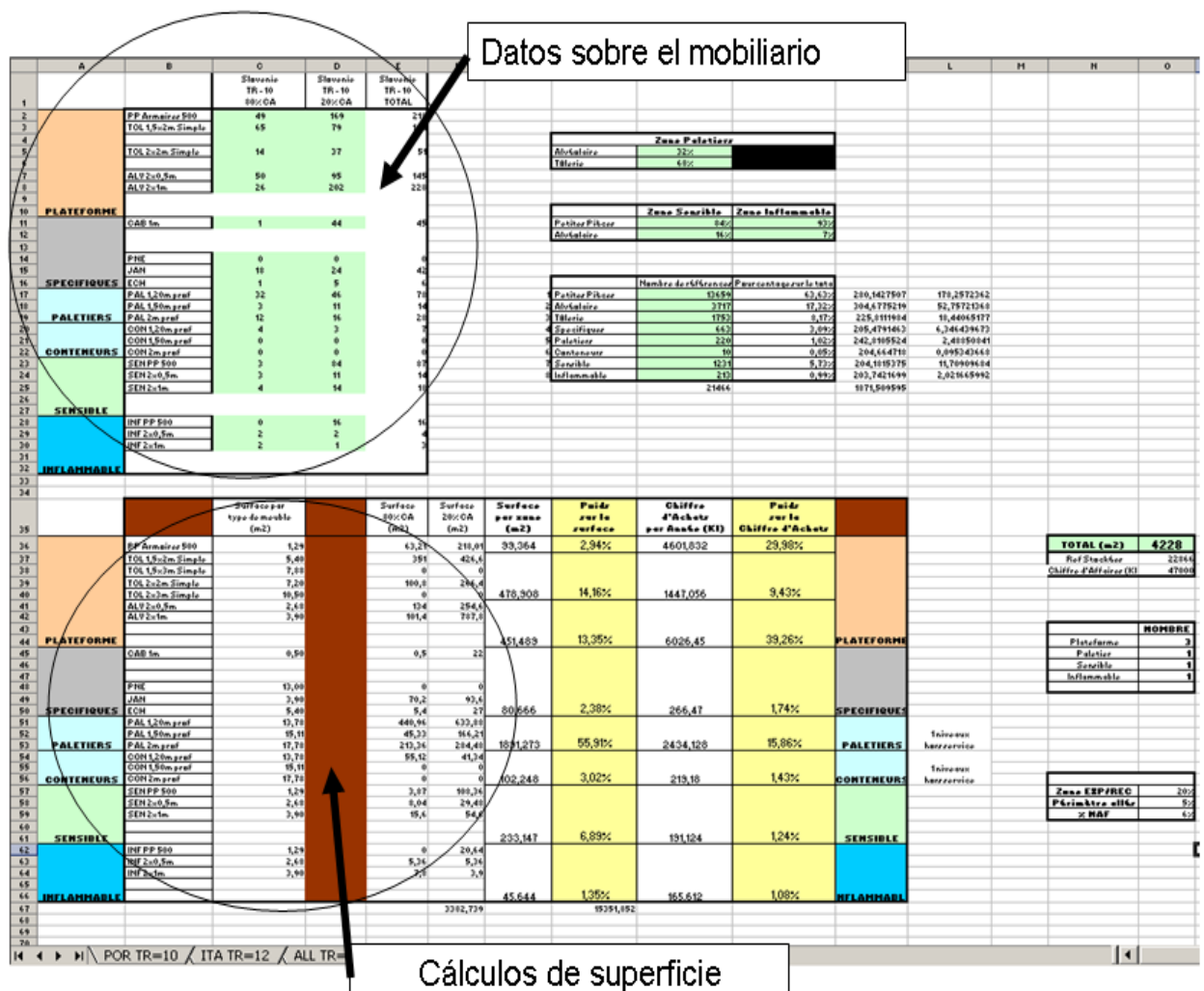


Figura 6.6. Hoja Excel para el cálculo de la superficie por zona a partir de mobiliario conocido

Como se podrá comprobar en apartados posteriores, este fichero será el punto de partida tanto de las tablas históricas por zonas de los almacenes de piezas de recambio, como de algunas de las tablas de relación necesarios para complementar el estudio.

#### **6.2.4 Creación de los gráficos de relación históricos correspondientes a cada una de las zonas del almacén**

Tras la realización del análisis del mobiliario para cada uno de los países europeos que cuentan con un centro de distribución gestionado por un sistema SIGMPR (Portugal, Italia, Alemania, Gran Bretaña, Bélgica, Polonia y Eslovenia), se consiguen una serie de datos sobre la superficie necesaria en cada una de la zonas del almacén en función del número de niveles de *stock* de la zona *pallets*, calculados a partir de un mobiliario ideal dado por OPTIMAG, y teniendo como punto común en todos los países una tasa de rotación de doce.

Se decide trabajar con gráficos de dos ejes en las que estén presentes los datos siguientes: volumen en *stock*, número de referencias y superficie necesaria. Al tener tres variables y trabajar únicamente con dos ejes, esto supone que dos de los parámetros tendrán que estar relacionados de alguna manera para poder compararlos con el tercero. Como el objetivo final del estudio es obtener superficie a partir de volumen y número de referencias, se decide que el eje de ordenadas se corresponda con la superficie y el eje de abscisas se utilice para la relación volumen en *stock* – número de referencias. La información sobre el volumen en *stock* y el número de referencias incluidas en cada una de las zonas del almacén se obtiene de la tabla de resultados de OPTIMAG, ya que en uno de los campos se ofrece directamente la información del volumen en *stock* por referencia y en función del tipo de casillero que sea definido, es automático el conocimiento de la zona en la que la pieza debe ser almacenada. Es importante destacar que, al considerar este campo de volumen, se están construyendo los gráficos a partir de la situación inicial del almacén, es decir, con la máxima cantidad posible de piezas en *stock*, pues el campo está calculado a partir del volumen útil del casillero definido por el programa para cada referencia.

Una vez conocidos los tres parámetros que serán utilizados para definir los gráficos, se comienza a probar las diferentes relaciones entre volumen y número de referencias en *stock* hasta encontrar la que ofrezca unas gráficas con las rectas de ajuste

más próximas a la realidad. Resaltar que este proceso es puramente empírico. Finalmente se llega a la conclusión que la relación que permite unos resultados más próximos a la realidad es volumen en *stock* por zona por el porcentaje de referencias (en función del tipo de mobiliario en el que están almacenadas) sobre el número total en *stock*. En la Tabla 6.1 se puede ver un ejemplo del cálculo.

	Número de referencias	% sobre el total	Volumen (m3)	Vol - %ref
Piezas pequeñas	13659	63,63%	210,14	133,71
Alveolar	3717	17,32%	304,68	52,76
Chapa	1753	8,17%	224,30	18,32
Específicos	663	3,09%	205,48	6,35
Pallets	220	1,02%	242,81	2,49
Contenedores	10	0,05%	204,66	0,10
Sensible	1231	5,73%	204,18	11,71
Inflamable	213	0,99%	203,74	2,02

Tabla 6.1. Ejemplo de cálculo de la relación Volumen - %referencias

Finalmente, tras la realización de los cálculos para cada una de las zonas y para todos los países implicados en el estudio, se obtienen los gráficos de relación históricos que permiten conocer la superficie ideal por zona del almacén a partir del volumen en *stock* en esa zona y del número de referencias incluidas en la misma. El número de gráficos obtenidos es de ocho, pero se corresponden con las tres zonas de almacenaje: plataforma, zona *pallets* y zona de material sensible e inflamable. A continuación se muestran los ocho gráficos históricos obtenidos (ver Figura 6.7 a Figura 6.14).

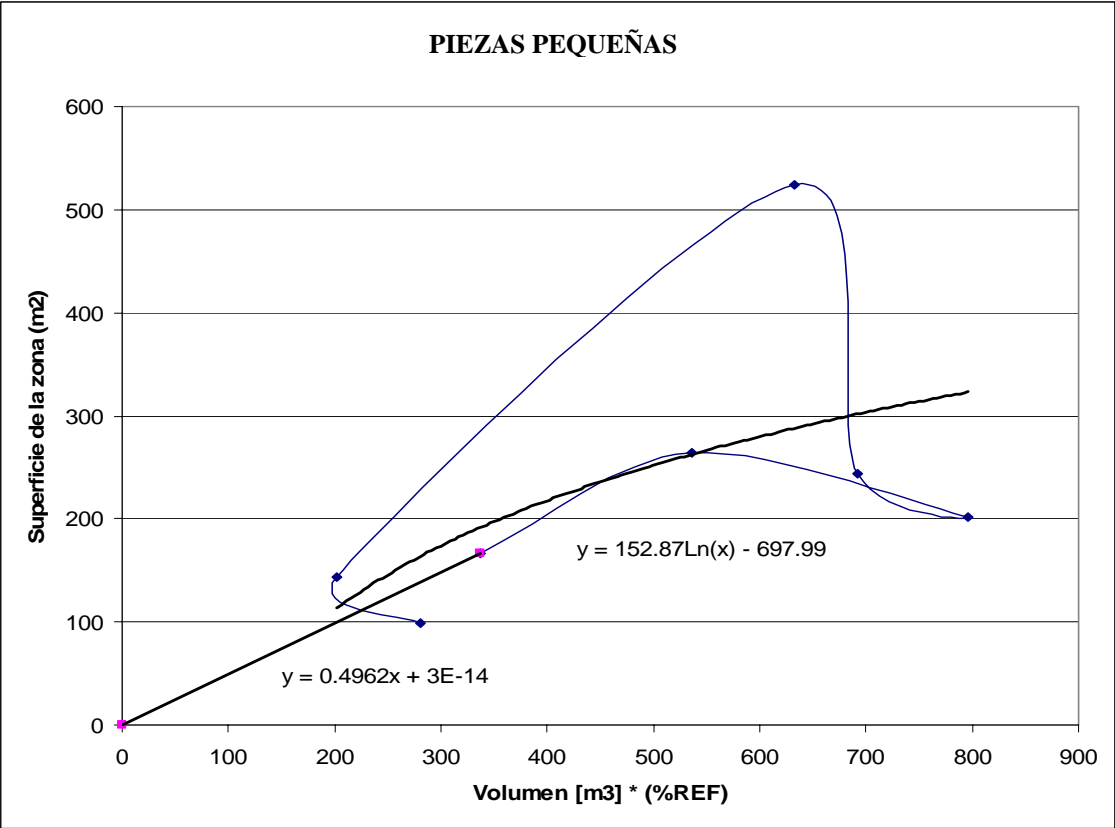


Figura 6.7. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de armarios

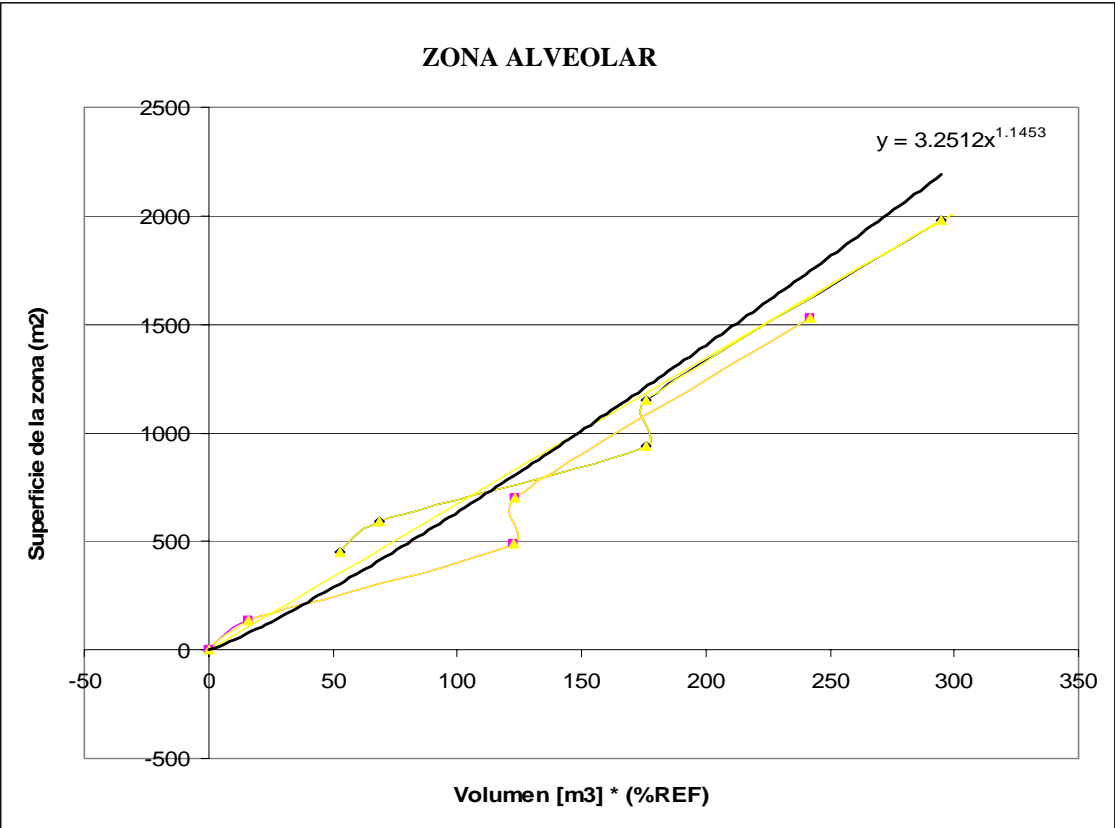


Figura 6.8. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de alveolar

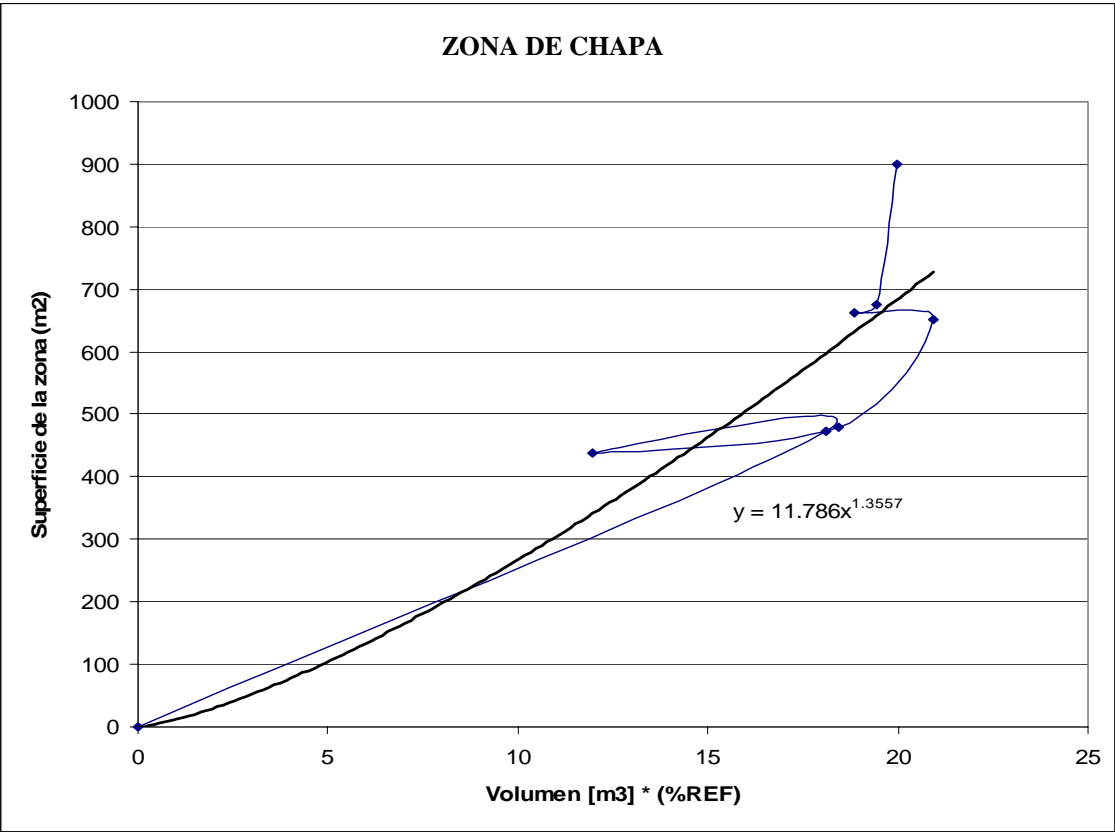


Figura 6.9. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de chapa

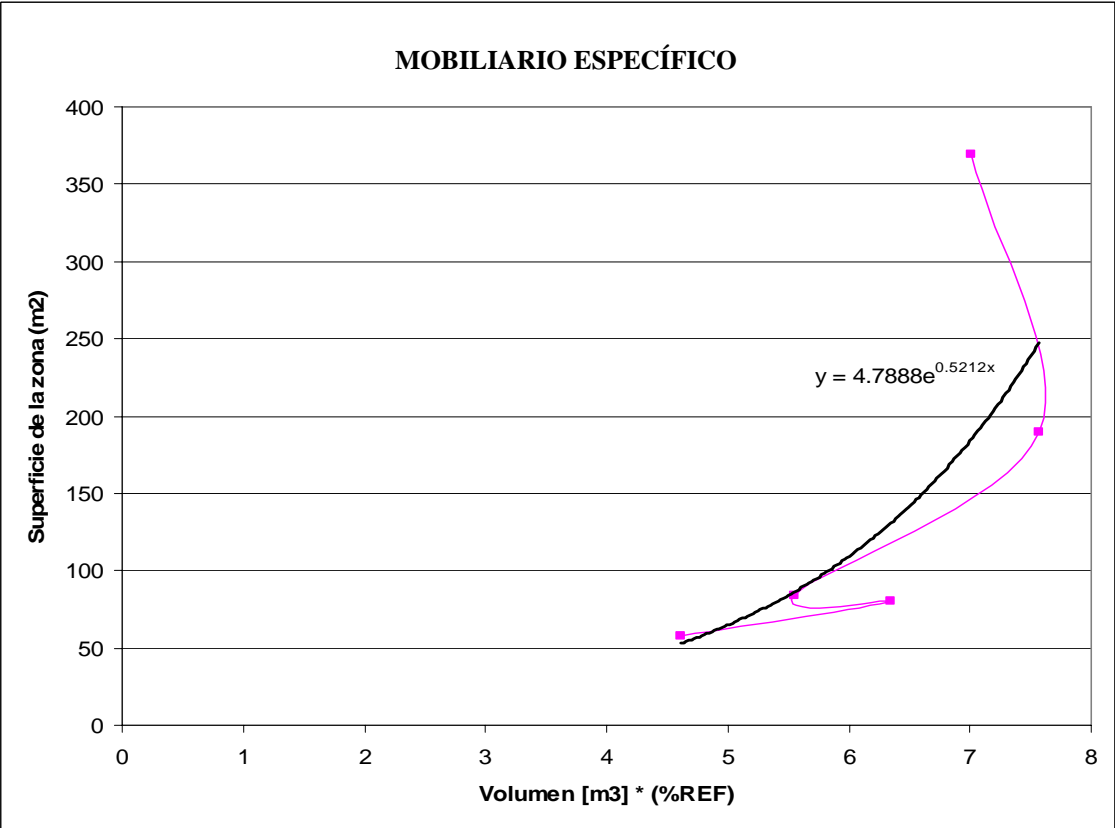


Figura 6.10. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de muebles específicos

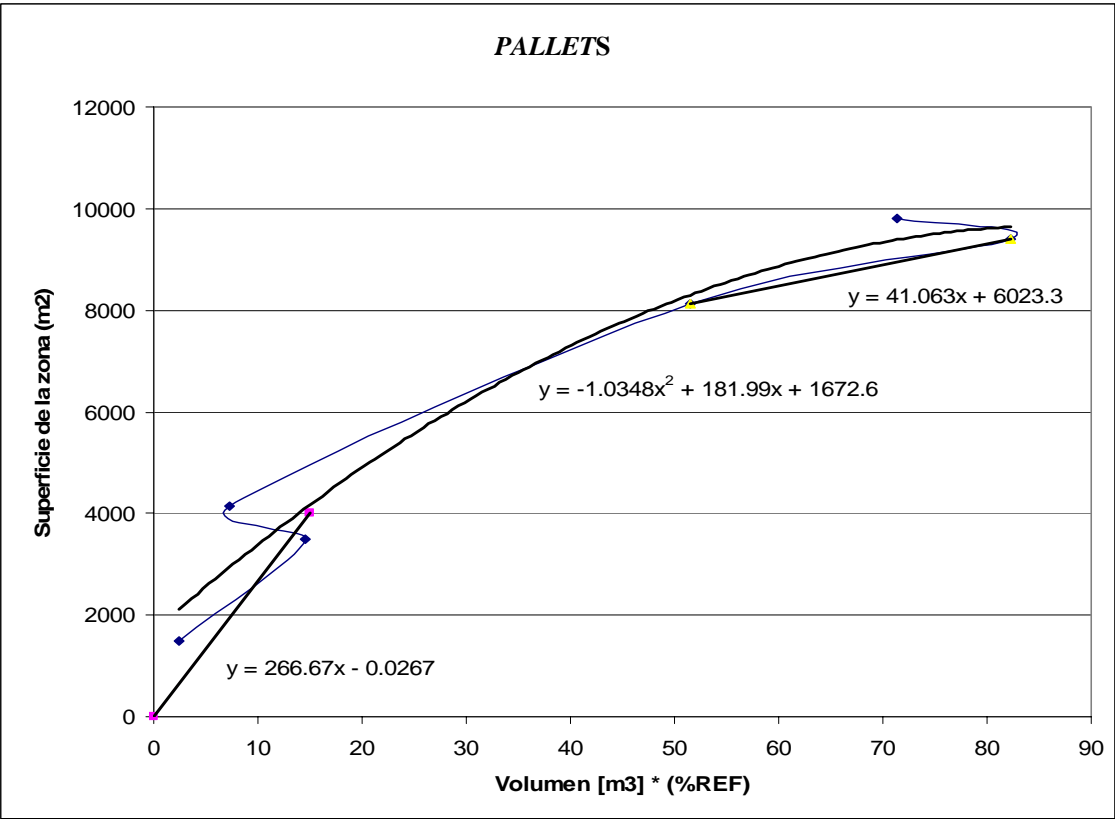


Figura 6.11. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de *pallets*

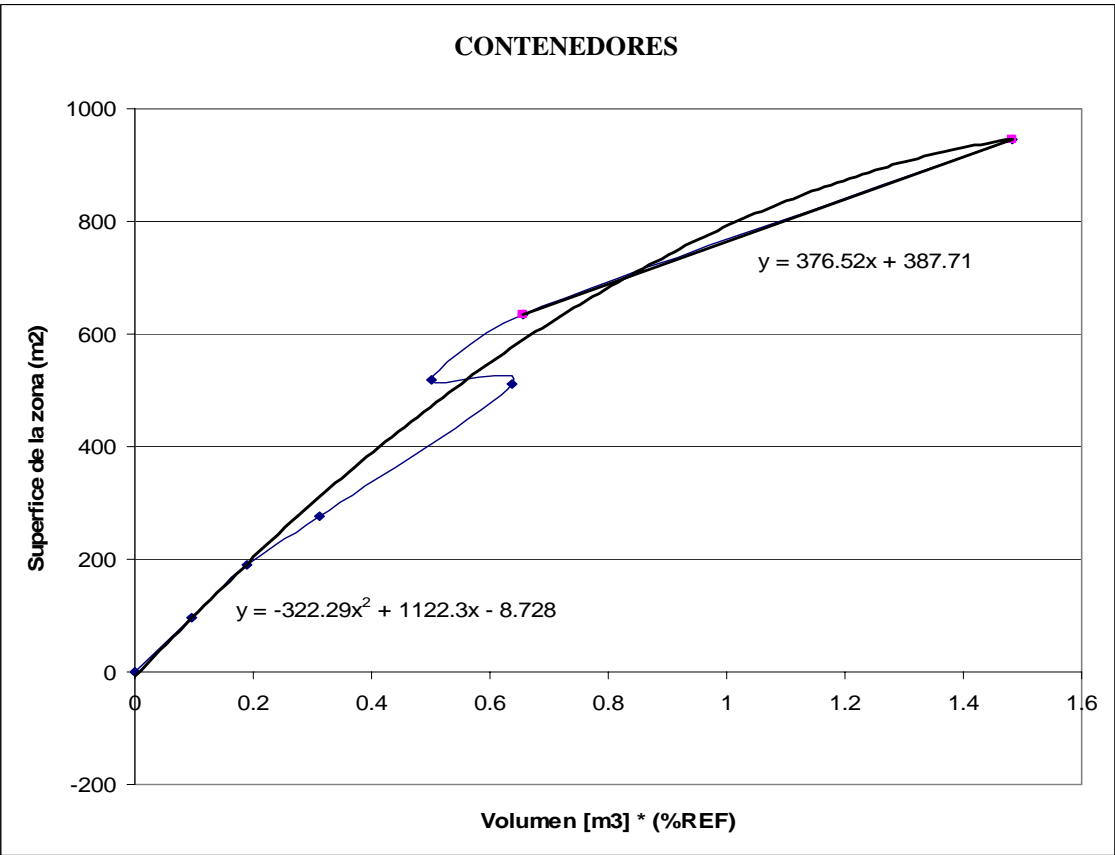


Figura 6.12. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de contenedores

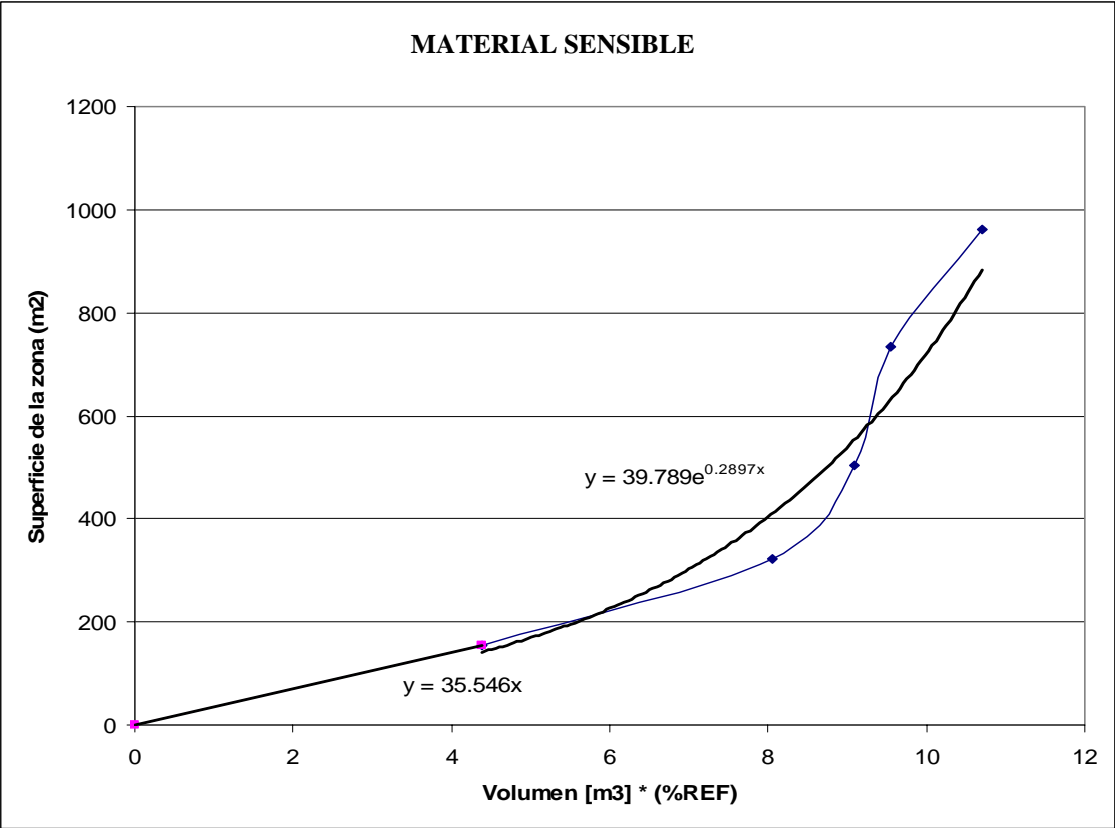


Figura 6.13. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de material sensible

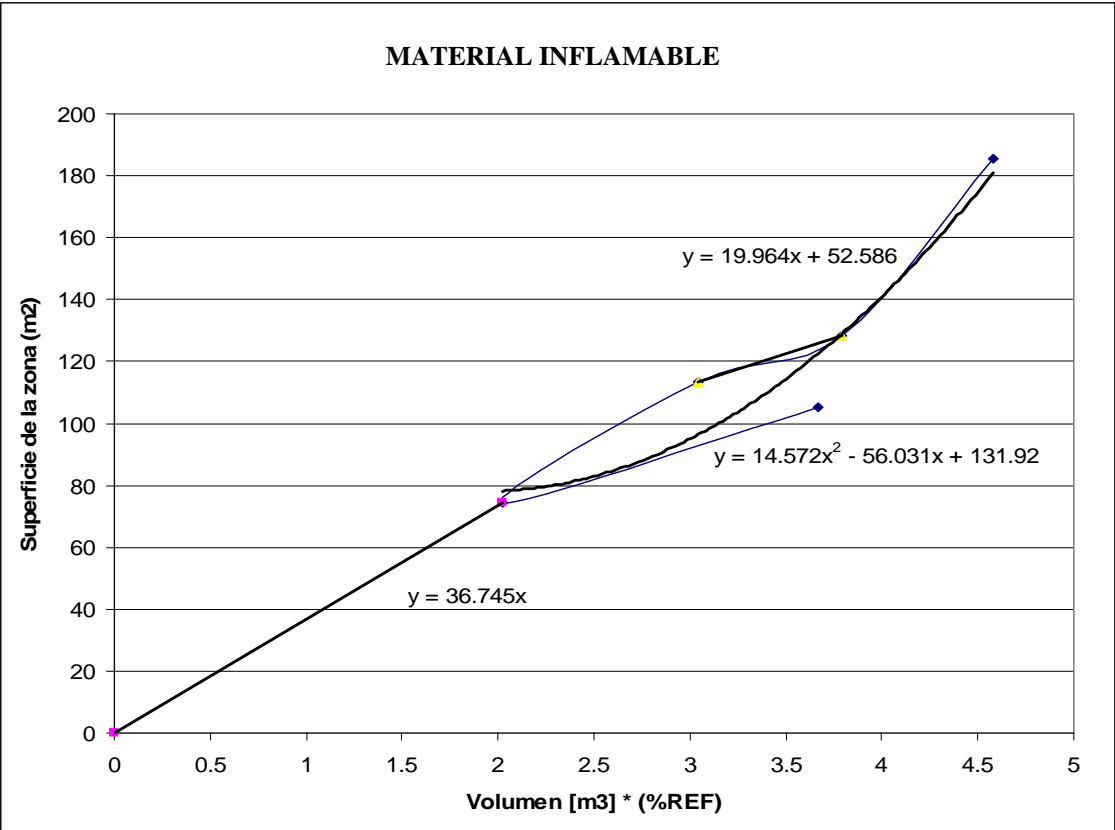


Figura 6.14. Gráfico histórico de relación para referencias situadas en la zona de material inflamable



Como puede comprobarse en las figuras anteriores, se han obtenido una serie de rectas de ajuste que posteriormente serán utilizadas en la herramienta de diseño de almacenes para el cálculo de la superficie total, una vez se tengan los datos necesarios mediante la utilización de unos gráficos de relación que se expondrán en el siguiente apartado. En ocasiones la recta de ajuste es una muy buena aproximación a la gráfica pero, sin embargo, se encuentran casos en los que la situación no es tan favorable. Para intentar afinar más los resultados se han determinado dos soluciones; la primera es definir diferentes intervalos en la gráfica y la segunda es la creación de otros gráficos de relación (basados en el mismo estudio histórico) que permitan definir unos límites.

### **6.2.5 Gráficos de relación**

Estos gráficos están conseguidos a partir del análisis detallado de los centros de distribución utilizados para el estudio y tienen dos objetivos claramente definidos. El primero de ellos es poder deducir, a partir de la información que introducirá el usuario en la herramienta de diseño, las necesidades que tienen los gráficos históricos obtenidos en el apartado 6.2.4 (Figuras de 6.7 a 6.14) para poder obtener la superficie necesaria en cada una de las zonas. En segundo lugar, se busca definir ciertos gráficos de relación que permitan limitar tanto mínimamente como máximamente la superficie destinada a cada una de las dos zonas más importantes del almacén y, de este manera, poder corregir posibles desviaciones de las rectas de ajuste resultado de los gráficos históricos. Dentro de esta apartado se van a agrupar las tablas en función del objetivo al que están destinadas.

#### **6.2.5.1 Gráficos de conversión de datos usuario**

La finalidad de estos gráficos es conseguir extraer del volumen que maneja un almacén y del número de referencias que tendrá en su *stock* (única información de entrada que dispondrá la herramienta por parte del usuario), toda la información que se necesitará en los gráficos de relación históricos para poder calcular la superficie total y el número de niveles que tendrá la zona de almacenamiento de *pallets*.

En la Figura 6.15 se muestran los valores medios calculados a partir de los siete centros de distribución estudiados, en los que se comprueba el volumen correspondiente a cada referencia según el tipo de mobiliario en el que deben ser almacenadas. Mediante esta gráfica se podrá conocer uno de los datos de entrada de los gráficos históricos, como es el volumen almacenado por tipo de mueble.

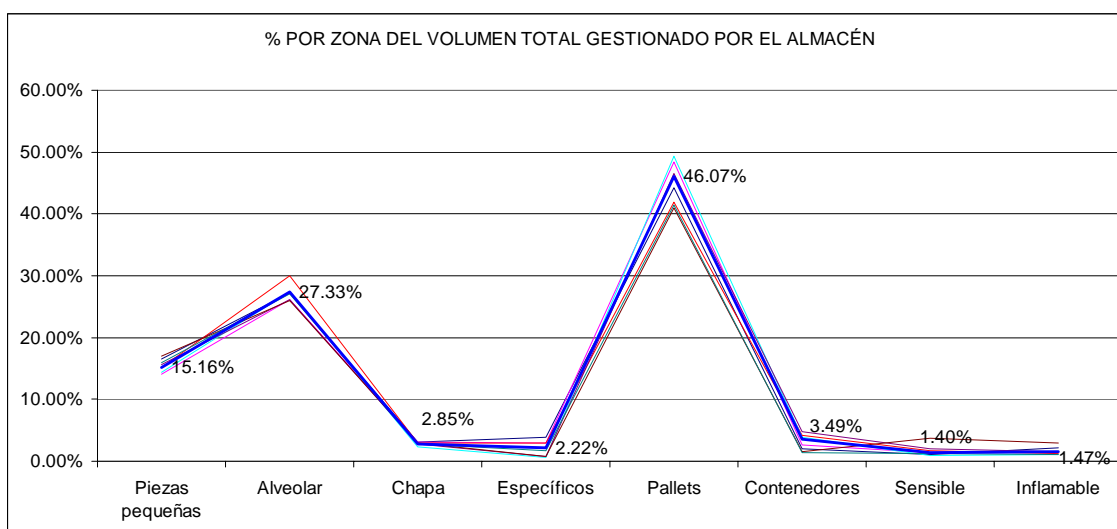


Figura 6.15. Gráfico del porcentaje correspondiente a cada zona del volumen total gestionado por el almacén

Para conocer el segundo de los datos necesarios en los gráficos históricos, como es el porcentaje por tipo de mueble sobre el total de las referencias, se han determinado una serie de rectas de ajuste que proporcionan esta información. Como puede comprobarse en las Figuras de la 6.16 a la 6.20, todas las rectas de ajuste son lineales y, salvo las piezas pequeñas, su peso sobre el total aumenta a medida que lo hace el número total de referencias. El hecho de que las referencias almacenadas en muebles para piezas pequeñas disminuyan es bastante comprensible porque, de manera habitual, cuando un almacén gestiona más referencias suele tener un mayor volumen de negocio. Esto significa que una menor parte de su referencial podrá ser almacenado en este tipo de mueble porque el *stock* necesario para cubrir sus necesidades, en función de su tasa de servicio y su tiempo de aprovisionamiento, materialmente hablando no cabe en un casillero para piezas pequeñas y deberá ser almacenado en otro tipo de mueble.

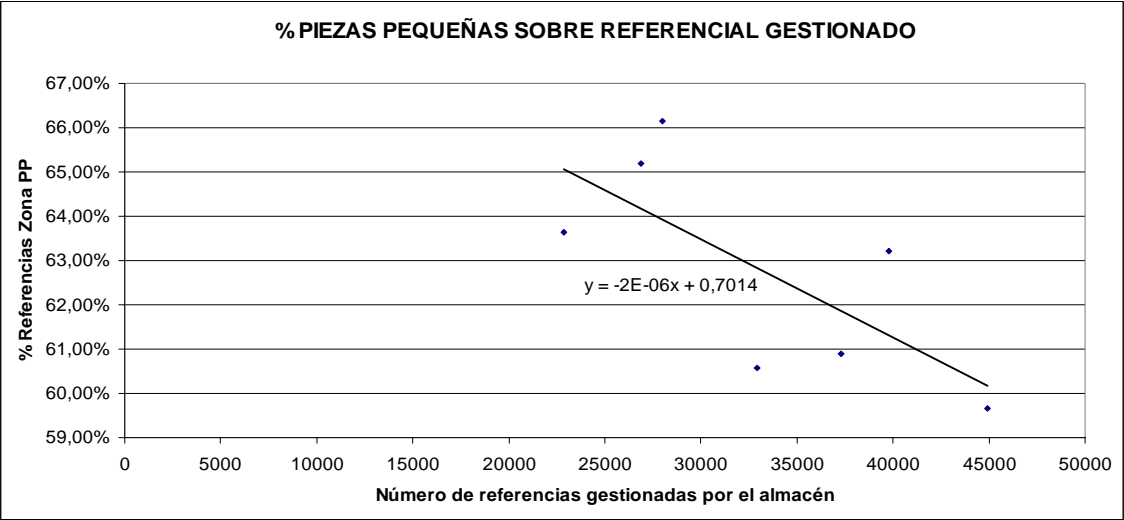


Figura 6.16. Gráfico del porcentaje de piezas pequeñas sobre el referencial gestionado

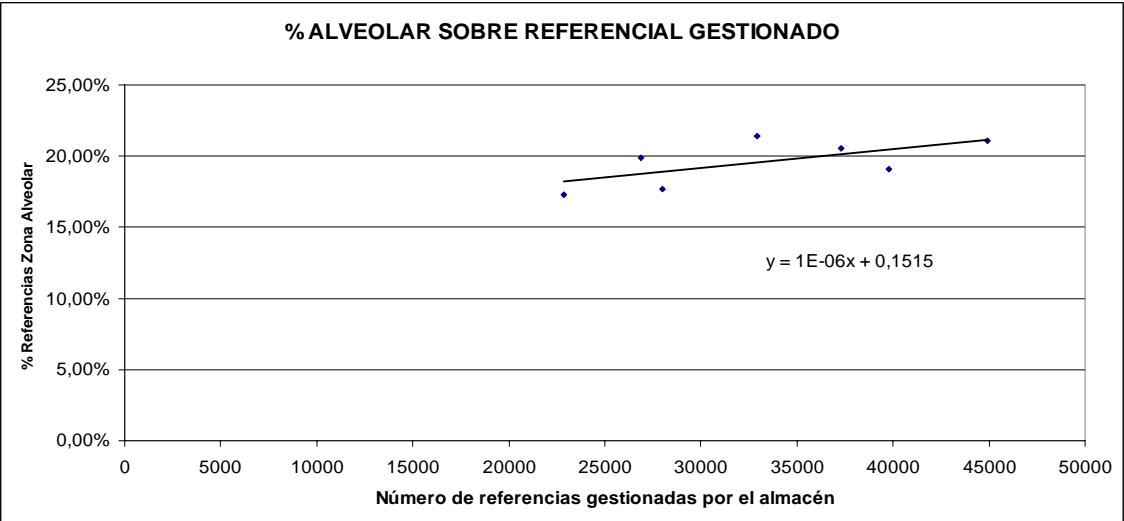


Figura 6.17. Gráfico del porcentaje de piezas zona alveolar sobre el referencial gestionado

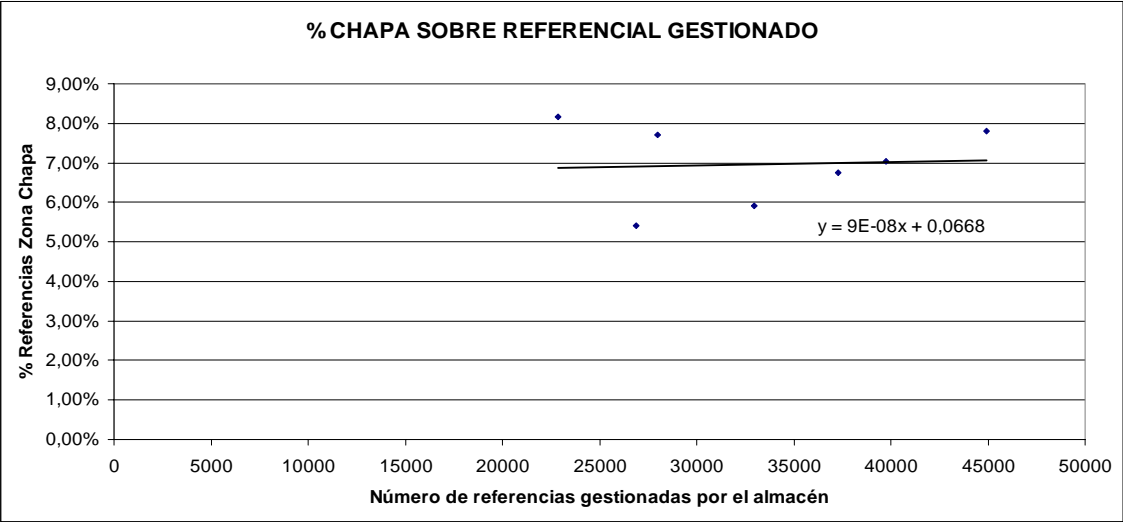


Figura 6.18. Gráfico del porcentaje de piezas zona chapa sobre el referencial gestionado

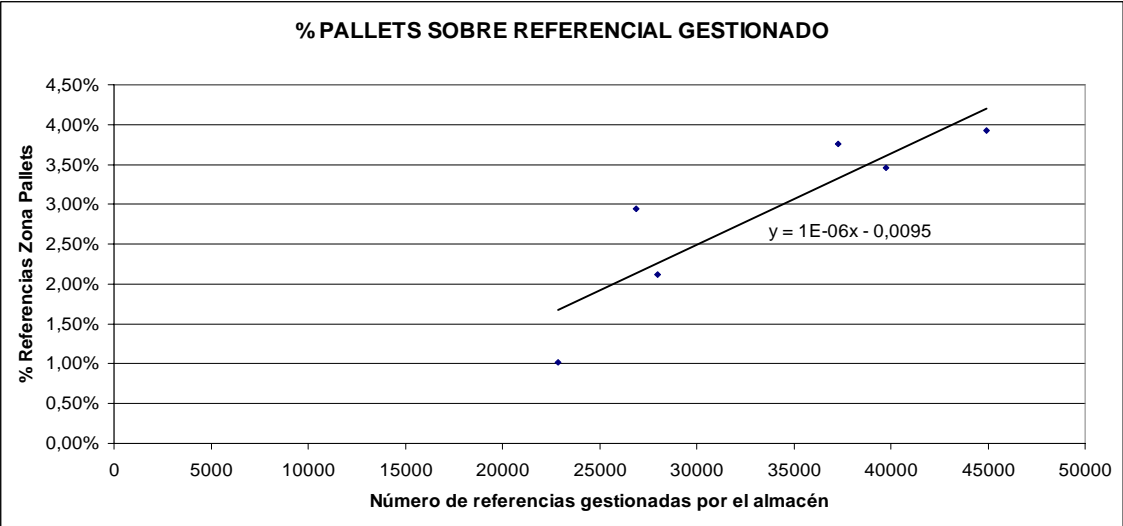


Figura 6.19. Gráfico del porcentaje de piezas zona *pallets* sobre el referencial gestionado

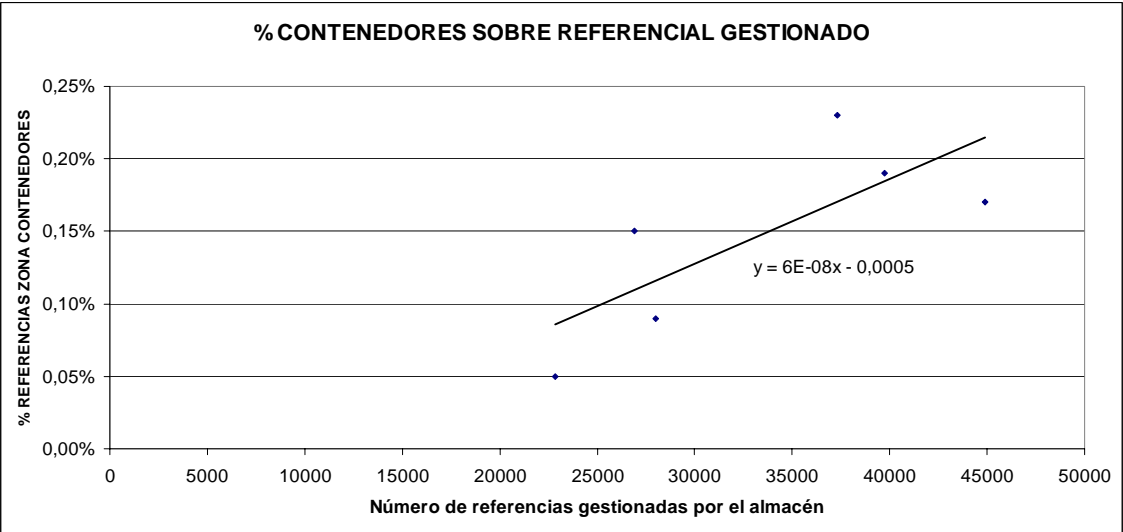


Figura 6.20. Gráfico del porcentaje de piezas zona contenedores sobre el referencial gestionado

### 6.2.5.2 Ajuste de los gráficos de relación históricos

Mediante los dos gráficos incluidos en este apartado se van a advertir ciertos límites de los almacenes a partir del conocimiento del volumen gestionado por los mismos. Esta información será realmente importante tanto a nivel de productividad como de optimización del cálculo y reparto de la superficie.

La primera de las gráficas (ver Figura 6.21) muestra el porcentaje total de superficie dedicado a la plataforma en función del volumen ideal gestionado por el almacén. En primer lugar destacar que este volumen ideal se ha calculado a partir de los resultados ofrecidos por OPTIMAG, sumando los valores correspondientes al campo de volumen de *stock* máximo dedicado a cada una de las referencias almacenadas. Una vez conocido este volumen se ha analizado, para cada uno de los países, el porcentaje dedicado a la plataforma sobre el total de la superficie del almacén. De esta manera, la gráfica obtenida proporcionará un valor que será considerado como mínimo para el cálculo de la superficie total dedicada a la zona plataforma. El objetivo es evitar que la superficie de la zona plataforma sea demasiado pequeña en el diseño, porque su posterior ampliación es mucho más costosa que la de la zona *pallets* debido al mobiliario que la compone. Es importante tener en cuenta que para el diseño de esta zona se trabaja con cuatro gráficos históricos (piezas pequeñas, zona alveolar, zona de chapas y mobiliario específico), cada uno definido a diferentes intervalos, lo que hace probable una cierta desviación en los cálculos.

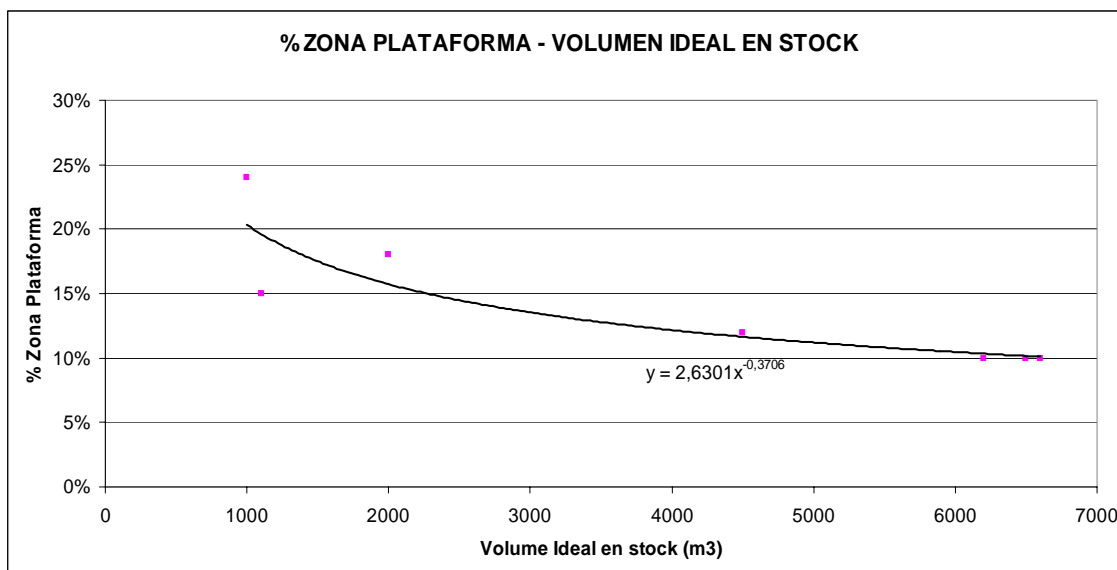


Figura 6.21. Gráfico de relación del porcentaje de la zona plataforma con respecto al volumen ideal en *stock*

El segundo de los gráficos incluido dentro del grupo de ajuste de gráficos de relación históricos es la Figura 6.22. En este caso se busca conocer el número de niveles de *stock* que debe tener la zona *pallets* en función del volumen ideal almacenado (calculado de igual forma que para la obtención de la Figura 6.21). La importancia de este dato radica en la optimización de la superficie total del almacén, porque conociendo este dato se evita que haya material dedicado a *stock* en el nivel de servicio, cuya única consecuencia sería la de conseguir aumentar la superficie necesaria para el almacén y de manera inmediata su coste. Para lograrlo, si el usuario en alguna de las simulaciones que realice con la herramienta de diseño define un número de niveles de *stock* distinto al indicado por los resultados que ofrece esta gráfica, se le mostrará un mensaje. De esta forma, se quiere dar la información pero no prohibir al usuario hacerlo, puesto que a la hora de realizar un estudio logístico pueden tener que considerarse diversos escenarios debido a diferentes causas.

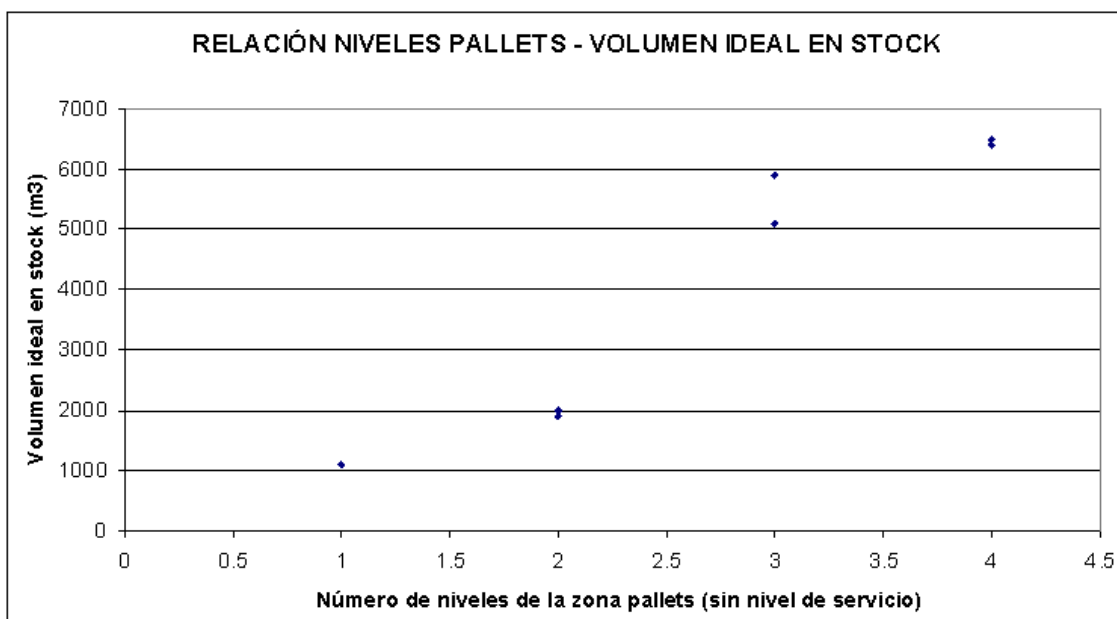


Figura 6.22. Gráfico de relación entre niveles de *stock* de la zona *pallets* y volumen ideal almacenado

### 6.3 ESTUDIO DE LA RELACIÓN ECONÓMICA CON EL VOLUMEN IDEAL EN STOCK

En este punto se pretende solucionar el caso en el que el usuario únicamente disponga de la futura cifra de negocio estimada para el almacén y proporcionada por el departamento de marketing. Este hecho obliga a tener que abordar otro de los problemas que presenta la creación de una herramienta para el diseño de almacenes en cualquier parte del mundo. El volumen de ventas que maneja el usuario no considera la diferencia económica entre países de diferentes continentes y está claro que no será lo mismo hablar, por ejemplo, de una cifra de negocio de ochenta millones de euros en Francia que en India, puesto que este valor supondrá mucho más volumen de piezas a gestionar en India que en Francia debido al precio de las mismas.

Inicialmente se estudia la relación entre el volumen de negocio de un almacén y su volumen gestionado. Para la obtención de esta relación, se utiliza la herramienta expuesta en el capítulo 5 de este proyecto, correspondiente al estudio de saturación de los almacenes de piezas de recambio, ya que permite una simulación mucho más rápida e igualmente válida para este caso que la de OPTIMAG. Tras analizar los siete centros de distribución europeos en estudio, se observa una relación completamente lineal entre

la cifra de ventas y el volumen ideal a tener en *stock* por el almacén (ver Figura 6.23). Esto permite obtener una recta de ajuste que ofrecerá una rápida transformación de millones de euros a metros cúbicos.

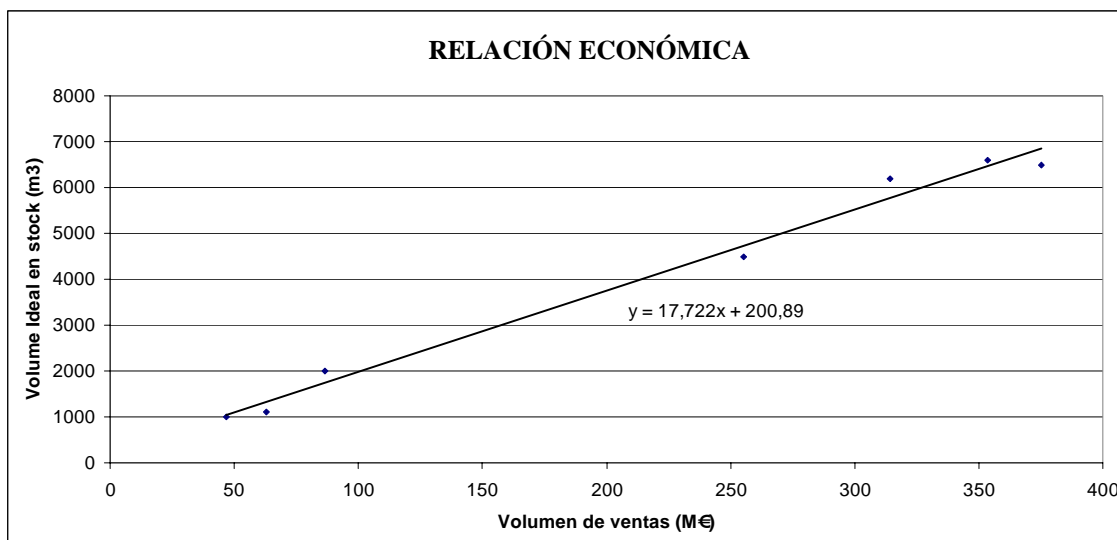


Figura 6.23. Gráfico de relación entre el volumen de ventas y el volumen ideal en *stock*

#### RELACIÓN ECONÓMICA: Volumen [m³] = 17,222\*Volumen de ventas [M€] + 200,89

Una vez conocida la relación [M€ - m³], el objetivo es conseguir un parámetro que a la vez que simple ofrezca unos resultados aceptables a nivel de transformación del nivel económico entre los países de la Europa occidental y del resto del mundo, puesto que en la mayoría de los casos el usuario conocerá o será capaz de estimar el volumen a gestionar y porque no se pretende hacer un análisis económico en profundidad en este estudio. Tras examinar los resultados de diferentes parámetros y comprobar su validez a través de la herramienta de saturación de almacenes de piezas de recambio, se decide utilizar el producto interior bruto (PIB) como indicador económico diferenciador entre los diferentes países. De esta manera se podrá comparar el PIB del país a estudiar con el del valor referencia incluido en la herramienta, obteniendo un ratio que permitirá modificar la pendiente de la relación obtenida en la Figura 6.23 de manera adecuada. Destacar que los valores del PIB incluidos en la herramienta de diseño serán fácilmente modificables por el usuario para su continua actualización. La ecuación final que definirá la relación [M€ - m³] será la siguiente:

$$\text{Volumen [m}^3\text{]} = 17,222 \cdot \text{Volumen de ventas [M€]} \cdot (\text{PIB referencia}) / (\text{PIB país de estudio}) + 200,89$$



## **6.4 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DISEÑO DE ALMACENES DE PIEZAS DE RECAMBIO**

En el contenido de este apartado se pretende describir los objetivos y detallar el funcionamiento de la herramienta para el diseño de almacenes de piezas de recambio, constituida por un fichero realizado sobre la base de Microsoft Excel.

A continuación se va a comenzar por la definición de los objetivos fundamentales de la herramienta, para posteriormente analizar su funcionamiento y realizar su descripción en los distintos apartados que componen este capítulo:

- Hacer una herramienta fácil de manejar a la vez que precisa.
- Realizar los cálculos permitiendo al usuario introducir únicamente como datos de entrada la cifra de ventas (o volumen a gestionar por el almacén si es conocido) y el número de referencias a almacenar, pero permitiéndole controlar la mayor parte posible de parámetros que conformen el proceso de cálculo.
- Conseguir que los resultados sean válidos para estudios logísticos en cualquier país del mundo.
- Tener una estimación de superficie detallada por zonas del almacén.
- Avisar al usuario sobre posibles riesgos de baja productividad o un diseño no óptimo en los distintos escenarios posibles simulados.
- Proporcionar una estimación sobre el coste final del almacén.

Como nota inicial resaltar que se ha continuado con el criterio del capítulo anterior, en el que todas las casillas cuyo fondo sea amarillo son datos que podrán ser parametrizados por el usuario para intentar ajustar el cálculo lo máximo posible a la situación que quiere simular.

### **6.4.1 Esquema de funcionamiento**

En este punto se pretende mostrar el funcionamiento de la herramienta de manera simplificada. Como puede comprobarse en la figura 6.24, además de los dos datos de entrada básicos para el cálculo, también se debe parametrizar la tasa de

rotación y el número de niveles de la plataforma y zona *pallets*, o en su defecto la altura del almacén. A partir de estos datos básicamente (habrá que incluir también superficie dedicada a la zona de expedición/recepción, la zona de preparación de pedidos y el porcentaje esperado de aumento de referencial en los años para los que se considerará válido el estudio) y mediante una serie de cálculos matemáticos utilizando las tablas históricas, se ofrecerá tanto la dimensión por zona como el coste final del almacén incluyendo información sobre productividad y diseño óptimo.

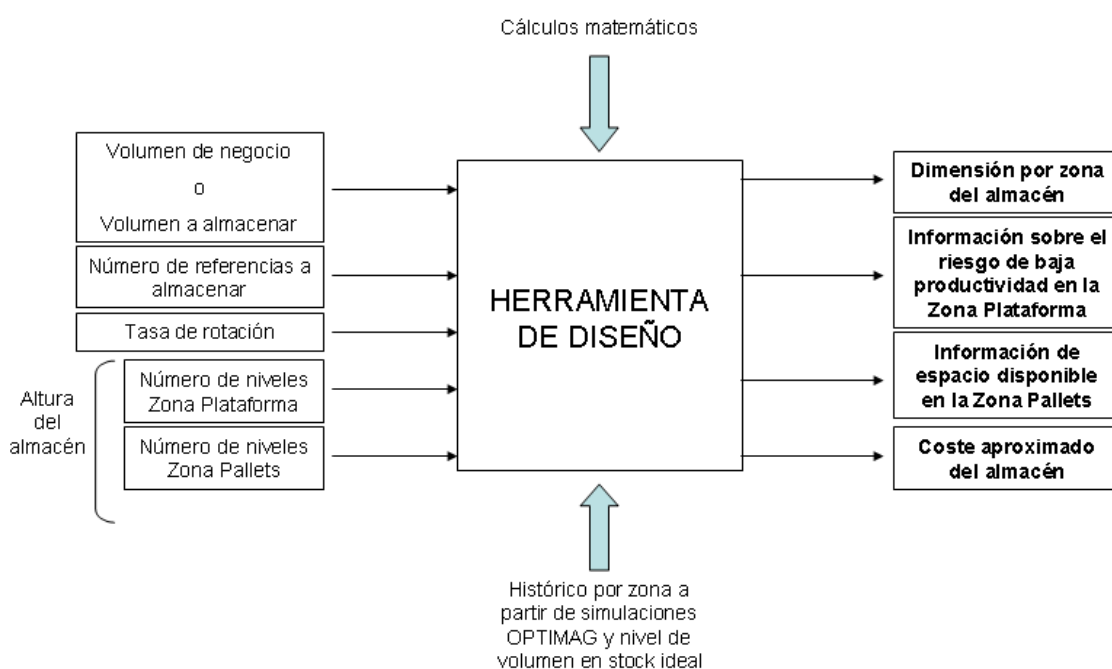


Figura 6.24. Esquema de funcionamiento de la herramienta de diseño de almacenes de piezas de recambio

De manera básica se puede decir que el proceso se compone de seis etapas fundamentales, cuyos cálculos se van desarrollando en las diferentes pestañas del fichero Excel. La descripción de las etapas es la siguiente:

- **Etapa 1:** introducción de datos básicos por parte del usuario en la pestaña principal y, si es necesario, cálculo de la relación millones de euros – metros cúbicos.
- **Etapa 2:** estimación del volumen a gestionar por el almacén en función de la tasa de rotación elegida por el usuario y de la tasa de rotación objetivo.

Partiendo de la base que los gráficos históricos están hechos sobre una tasa de 12, siempre es necesario conocer el volumen que gestionaría el almacén en caso de tener esta tasa de rotación objetivo para evitar confundir en los cálculos la necesidad de casilleros de servicio y casilleros de *stock*.

- **Etapa 3:** obtención del volumen por zona y del número de referencias de cada tipo clasificadas en función del mobiliario en el que deben ser almacenadas a partir de los datos de entrada introducidos por el usuario.
- **Etapa 4:** cálculo de la superficie necesaria considerando que el almacén trabaja con una tasa de rotación de 12 y bajo condiciones estándar de altura de la plataforma (tres niveles) y niveles de *stock* de la zona de *pallets* (según indique el gráfico de relación *niveles de pallets – volumen ideal en stock*, Figura 6.22).
- **Etapa 5:** cálculo de la superficie necesaria considerando la tasa de rotación real parametrizada por el usuario y bajo condiciones estándar y reales de altura de la plataforma y niveles de *stock* de la zona de *pallets*. Es importante destacar que el exceso de volumen a almacenar creado por una tasa de rotación menor que 12, no puede afectar de igual manera a la superficie del almacén puesto lo que se genera es necesidad de crear *stock* y no casilleros de servicio. También indicar que la tasa de rotación siempre será menor o igual que 12, debido a que Renault no trabaja con ninguna tasa de rotación mayor que este valor.
- **Etapa 6:** visualización de los resultados de superficie del almacén y estimación su coste.

#### 6.4.2 Descripción de la herramienta

A lo largo de esta descripción se van a ir detallando los parámetros que podrán manejarse por parte del usuario, los datos que deberá introducir y la información que será recibida. Cada una de las etapas de cálculo definidas en el punto anterior se corresponderá con una o más pestañas de las que componen el fichero Excel, cuyo funcionamiento se expondrá etapa por etapa a continuación.

### 6.4.2.1 Etapa 1

Esta primera etapa se corresponde con la pestaña que será utilizada de manera más frecuente por parte del usuario, ya que aquí serán introducidos la mayor parte de los datos y se mostrará la superficie final del almacén. Inicialmente, y utilizando la Figura 6.25, simplemente se detallarán las casillas correspondientes a la introducción de datos, ya que la visualización de los resultados se producirá en la etapa 6:

INTERFACE POUR L'UTILISATEUR									
Données à saisir pour l'utilisateur									
Chiffre d'Affaires (PNC) (M€)		305		Hauteur du bâtiment (m)		OU		5	
OU				Nombre de niveaux Zone Plateforme		3		6	
Volume à stocker dans le magasin (m3)		45000		Nombre de niveaux Zone Paletiers (hors niveau de service)		4		7	
Nombre de références à stocker		10		Pourcentage de la zone Réception / Expédition		20%		8	
Taux de rotation		10		Pourcentage de la zone Centralisation		5%			
Région d'exploitation du magasin		Europe		Pourcentage de surface vide pour évolution du volume		10%			
(Définir coeff. avec annexe économique)									
VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS									

Figura 6.25. Vista de la hoja Excel destinada a la entrada de datos por parte del usuario

1. Cifra de ventas estimada para el almacén (en millones de euros) o volumen que gestionará (en metros cuadrados).
2. Número de referencias que serán almacenadas.
3. Tasa de rotación.
4. Selección del continente de implantación, lo que modificará el coeficiente económico. Su funcionamiento se muestra a partir de la Figura 6.26.
5. Altura del almacén o número de niveles de la plataforma y de la zona *pallets*.
6. Porcentaje de la superficie del almacén dedicado a la zona de recepción y expedición.
7. Porcentaje de la superficie del almacén dedicado a la zona de preparación de pedidos.
8. Porcentaje de la superficie del almacén libre para la inclusión de nuevas referencias.

En la Figura 6.26 se muestra la pestaña en la que se realiza la conversión de millones de euros a metros cúbicos, donde además se puede comprobar la parametrización que puede realizar el usuario y la evolución de la pendiente de la ecuación en función del coeficiente económico introducido. En este caso se está comparando un país de la Europa del este con los datos de referencia obtenidos a partir del estudio de los siete centros de distribución analizados y se puede ver como el coeficiente indica un poder económico un 20% más fuerte en el valor referencia respecto al analizado, lo que aumenta la pendiente de la ecuación 1,2 veces. La consecuencia de todo esto es que a igual cifra de ventas entre un país de la Europa del este y un país que pertenezca al grupo de los utilizados como referencia, el volumen que deberá gestionar el país de la Europa del este será mayor.

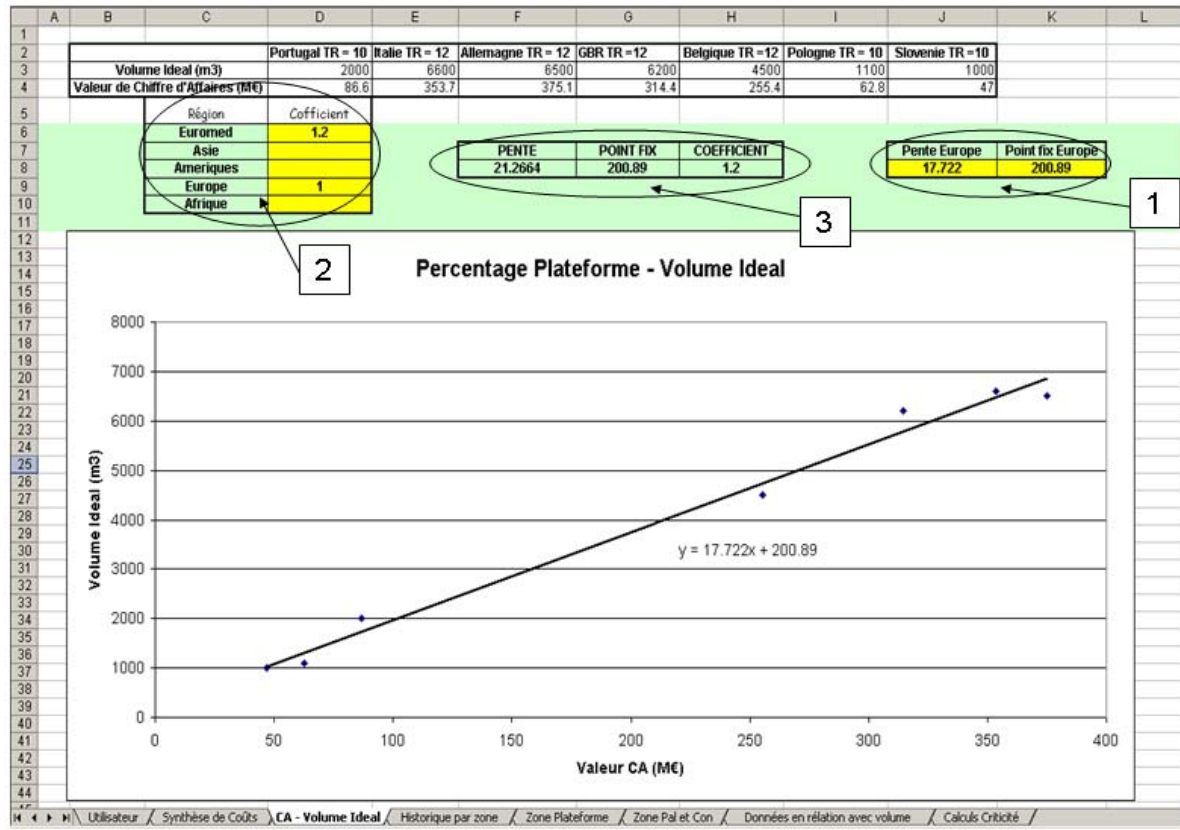


Figura 6.26. Vista de la hoja Excel destinada a la conversión de [M€ - m<sup>3</sup>]

1. Valores de la pendiente y la ordenada en el origen de la ecuación referencia.
2. Coeficiente económico del país o continente de estudio:  
$$\text{Coeficiente económico} = (\text{PIB país referencia} / \text{PIB país de estudio})$$
3. Valores de pendiente, ordenada en el origen y coeficiente económico que serán utilizados en el cálculo de la superficie final del volumen que tendrá el almacén.

### 6.4.2.2 Etapa 2

En esta pestaña (ver Figura 6.27) simplemente se observa la diferencia entre el volumen que tendrá el almacén siguiendo la tasa de rotación objetivo respecto al valor introducido por el usuario. También se ofrece la posibilidad de cambiar este valor en función del volumen gestionado por el almacén, puesto que es habitual tener una tasa de rotación menor en almacenes que gestionen menos volumen porque la penalización económica consecuencia de este hecho es menor:

Volume Ideal (étude de saturation) [m3] (Onglet CA - Volume Ideal)		
Videal INI [m3]		6688
Videal FINAL [m3]		8026
(après avoir pris en compte la taux de rotation)		

Taux de rotation idéale		VOLUME à stocker [m3]
10	<=	2500
12	>	2500

1

Figura 6.27. Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de volumen a gestionar en función de la tasa de rotación

1. Tabla para la parametrización de la tasa de rotación referencia en función del volumen gestionado por el almacén.

### 6.4.2.3 Etapa 3

En esta pestaña (Figura 6.28) el usuario puede comprobar los cálculos sobre el volumen y cantidad de referencias que serán almacenadas en función del tipo de mueble. Destacar que este volumen es una estimación inicial puesto que si tras realizar

los cálculos de superficie se comprueba que los límites marcados por las tablas de relación no se respetan, se modificará esta cantidad a la hora de obtener la superficie final. También en esta pestaña el usuario indica el número de niveles de *stock* para la zona *pallets* en función del volumen que gestione el almacén, ya que puede existir variedad de criterios en este aspecto:

1

	Petites Pièces	Alvéolaire	Tôlerie	Spécifiques	Paletiers	Conteneurs	Sensible	Inflammable
Poids	13.26%	28.61%	2.76%	2.10%	49.92%	4.02%	1.61%	1.54%
Volume Ideal (m3)	887.10	1913.57	184.56	140.74	3330.78	269.54	107.76	103.08

REMARQUE: On parle de volume virtuel, parce que c'est une valeur pour inciter les calculs de surface

3

VOLUME [m3] <	150	150 < VOLUME [m3] < 1500	2000 < VOLUME [m3] < 5400
Niveaux de réserves	0	1	3

2

Hypothèse Grande Quantité de REF				Hypothèse Petite Quantité de REF			
	Coefficient A	Coefficient B	Poids VOL		Coefficient A	Coefficient B	Poids VOL
Petites Pièces	-2.00E-05	0.2664	13.26%	Petites Pièces	-2.00E-05	0.2	6.62%
Alvéolaire	-1.00E-05	3.53E-01	28.61%	Alvéolaire	-1.00E-05	2.33E-01	16.61%
Tôlerie	-8.00E-06	0.0811	2.76%	Tôlerie	-8.00E-06	0.0911	3.76%
Spécifiques	5.00E-07	0.0177	2.10%	Spécifiques	5.00E-07	0.0177	2.10%
Paletiers	4.00E-05	0.2317	49.92%	Paletiers	4.00E-05	0.0134	63.73%
Conteneurs	4.00E-06	0.0134	4.02%	Conteneurs	4.00E-06	0.0134	4.02%
Sensible	-1.00E-06	0.0228	1.61%	Sensible	-1.00E-06	0.0228	1.61%
Inflammable	-1.00E-06	0.0221	1.54%	Inflammable	-1.00E-06	0.0221	1.54%

Figura 6.28. Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de referencias y volumen en cada zona

1. Tabla en la que se determina el volumen inicial que será almacenado en cada tipo de mueble del almacén.
2. Tabla en la que se calcula el porcentaje de referencias que será almacenado en cada tipo de mueble.
3. Tabla de parametrización del número de niveles de *stock* de la zona de *pallets* en función del volumen gestionado por el almacén.

#### 6.4.2.4 Etapa 4

En la Figura 6.29 se muestra la información correspondiente a la superficie necesaria para cada tipo de mueble, en función de los datos antes calculados de volumen y porcentaje de referencias por tipo de almacenamiento. Para realizar este cálculo, se utilizan los coeficientes obtenidos en los gráficos históricos en los que a partir de volumen y número de referencias conocidos, se obtiene la superficie necesaria. Cabe destacar que estos resultados deberán corregirse posteriormente, en función de la

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
4											

Figura 6.29. Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de superficie necesaria para cada tipo

Página 150



que se hace es considerar la tasa de rotación marcada por el usuario para determinar la superficie que debe disponer cada zona, respetando en todo momento las restricciones de productividad y diseño óptimo. Además, es en este momento cuando, si fuera necesario, se modificarían los resultados para respetar los límites obtenidos en los gráficos de relación expuestos en el apartado 6.2.5.

Una vez obtenidos los resultados para los niveles de *stock* estándar tanto en la plataforma como en la zona *pallets*, se hacen los cálculos para los valores reales de estos niveles. El objetivo de este cálculo final es ofrecer tanto la información requerida de variación de la superficie en función de estos parámetros, como calcular la superficie ideal en función de la productividad y el diseño óptimo para poder ofrecer al usuario esta información complementaria (ver Figura 6.25).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7		V idéal ini Plateforme [m3]	1061	Surface minimale [m2]	2531					
8		% Sur le volume total	15.86%	Coff. [m2/m3]	3.1042					
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16		V idéal FINAL Plateforme [m3]	2224	Surface finale [m2]	6904					
17		% Sur le volume total	14.76%							
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

Figura 6.30. Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de superficie necesaria para la plataforma

#### 6.4.2.6 Etapa 6

---

Página 152

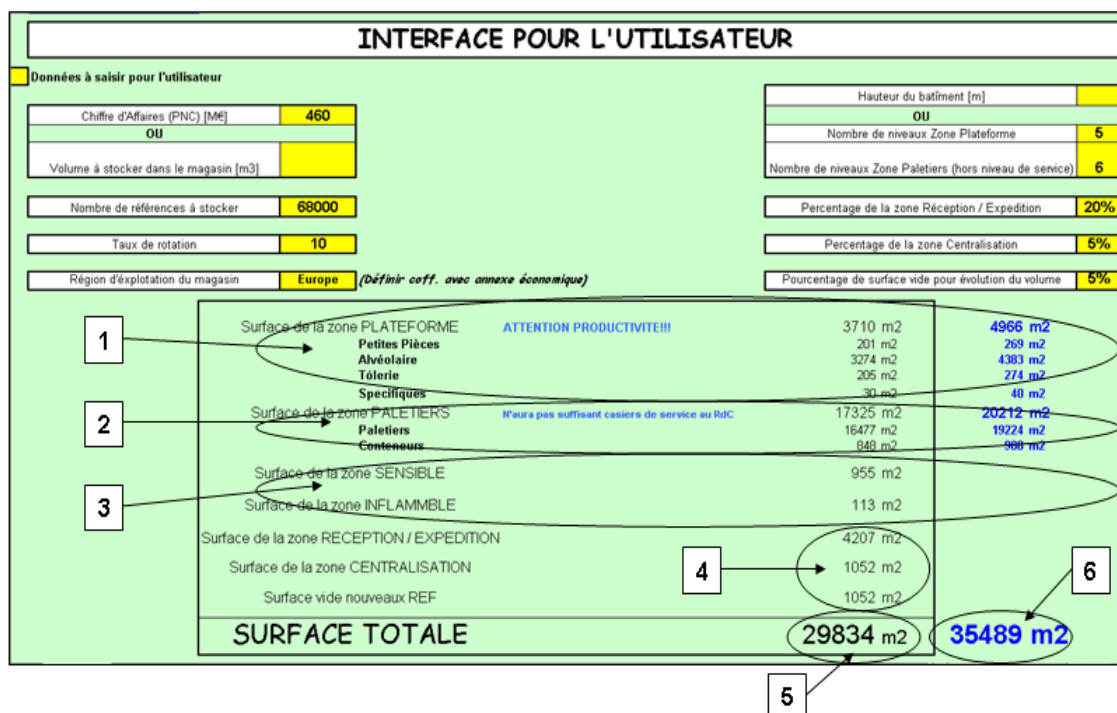


Figura 6.32. Vista de la hoja Excel en la que se visualizan los resultados de superficie

1. Información de la superficie necesaria para la plataforma dividida por tipo de mobiliario de almacenamiento.
2. Información de la superficie necesaria para la zona *pallets* clasificada por tipo de almacenamiento.
3. Información de la superficie necesaria para la zona de material sensible e inflamable.
4. Información sobre la superficie dedicada a la zona de recepción y expedición, de preparación de pedidos y espacio libre para nuevas referencias.
5. Superficie final del almacén según los criterios del usuario.
6. Superficie final del almacén según los criterios del usuario corregidos, siempre que sea necesario, para maximizar la productividad y lograr un diseño óptimo de todas las zonas.

Parte de la información más valiosa que ofrece esta herramienta puede observarse en la figura anterior, ya que a la hora de mostrar la superficie final del almacén hay cifras en negro y cifras en azul. Esta diferencia es debida a que los números en negro indican la superficie estimada basándose en la parametrización del usuario, es decir, sin tener en cuenta posibles errores en el diseño que condicionen la productividad y el coste final del almacén. Por ejemplo, el usuario puede hacer una

simulación en la que indique que quiere tener una plataforma con cinco niveles y una zona *pallets* con dos niveles de *stock* además del nivel de servicio. Esto puede tener como consecuencia que la superficie dedicada a la plataforma sea insuficiente para respetar las restricciones de productividad (80% de las ventas al nivel de servicio) pues al tener muchos niveles el mobiliario se monta en altura y, por el contrario, la superficie que se dedique a la zona *pallets* sea excesiva porque se esté utilizando superficie a nivel del suelo para piezas destinadas a *stock* y no a servicio.

Para la estimación del coste (ver Figura 6.33) es necesario conocer el precio por metro cuadrado que tiene cada tipo de mobiliario, que multiplicado por el número de niveles de la zona a la que pertenece, proporcionará su coste. Como es habitual en la herramienta, se han introducido unos valores por defecto que podrán ser actualizados si se considera oportuno.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																

Figura 6.33 Vista de la hoja Excel en la que se realizan los cálculos de coste del almacén

1. Datos sobre el coste económico del metro cuadrado de cada tipo de mueble.
2. Resumen del coste económico del mobiliario de cada zona del almacén detallado por tipo de mueble.

## 7 Conclusiones y trabajos futuros

Las empresas hoy en día deben administrar flujos difusos (con múltiples referencias) a la vez que tensos (con cortos plazos de entrega) para lograr ser competitivas dentro del mercado del que forman parte. La calidad del producto ya no es suficiente para obtener una ventaja competitiva y es preciso añadir otros factores como puede ser la eficacia en todas las actividades logísticas, para de esta forma, poder apoyar todas las acciones que se realicen desde el departamento de marketing y cuya finalidad no es otra que buscar una posición de liderazgo en el mercado.

La eficacia de una cadena logística está directamente relacionada con la fiabilidad y la rapidez a la hora de coordinar flujos físicos. Los sistemas de información son pieza base en este punto. Estos sistemas permiten la gestión en tiempo real de toda la cadena y consiguen aportar varias ventajas que van desde la reducción de *stocks* hasta la mayor capacidad de reacción y flexibilidad tanto en la distribución como en la producción.

Todo proceso logístico tiene por objetivo maximizar los beneficios de una empresa, partiendo del concepto de que estos beneficios son aportados por los clientes y no por los productos, es decir, las necesidades de los clientes son el origen de todo el proceso. El trabajo diario en busca de este objetivo estará orientado hacia mejorar la satisfacción de los clientes y al mismo tiempo reducir los costes operativos, a través de la optimización de todos los procesos que deban intervenir.

El desarrollo de un nuevo proceso logístico o la mejora de uno existente, implica el estudio de multitud de factores que afectarán a su coste y a su funcionamiento. Este estudio, fundamentalmente económico, tiene una de sus partes principales en los almacenes debido a la elevada inversión que requieren. Se debe calcular la superficie del almacén, en función de las ventas que se estimen y del número de referencias que vayan a gestionarse, para lograr hacer la inversión exacta que necesita la red logística tratada. Con este objetivo, se realizan diferentes herramientas en función del tipo de almacén que sea necesario para cada negocio.

Las herramientas para calcular la superficie de un almacén o el nivel de criticidad de los ya existentes, son cada vez más complejas de realizar puesto que se tiende a demandar información muy detallada y a disponer de muy pocos datos y de muy poco tiempo para realizar los cálculos. Esto es consecuencia fundamental de la facilidad con la que varían los escenarios posibles dentro de un estudio logístico y la rapidez con la que se debe conocer su validez.

## 7.1 CONCLUSIONES

Mediante los estudios realizados en este proyecto, se ha conseguido cumplir con los objetivos que inicialmente habían sido establecidos para cada una de las dos herramientas a desarrollar.

En el estudio de criticidad de almacenes de piezas de recambio se logra, de manera simple para el usuario, ofrecer tres tablas comparativas que muestran la situación de los centros de distribución analizados. Este análisis compara la superficie

de almacenamiento disponible respecto al volumen total gestionado, al número de referencias almacenadas en la plataforma y al número de referencias almacenadas en la zona *pallets*. Las tablas resultantes se crean a partir de los dos parámetros que se pidieron inicialmente ( $m^3 - m^2$ ;  $m^2 - m^2$ ) y se ajustan completamente a la realidad, tal y como se comprobó durante una estancia en el Centro de Distribución Europeo que Renault tiene situado en Bélgica, al comparar los valores teóricos obtenidos con la situación real del almacén. También es importante resaltar que este estudio permitió conocer de manera detallada el funcionamiento de los almacenes de piezas de recambio, lo cual facilitó la realización de los estudios posteriores necesarios para obtener una herramienta de diseño válida.

Respecto de la herramienta para el diseño de nuevos almacenes, cabe destacar la total satisfacción que sus resultados logran entre los miembros de la Unidad de Proyectos Internacionales tras su validación en situaciones reales y gracias al exhaustivo estudio histórico que fundamenta todos los cálculos. Tras complimentar las sencillas informaciones que demanda su interfaz principal (ya que el resto de pestañas traen una parametrización por defecto que es válida normalmente en la mayor parte de los escenarios posibles a plantear), el usuario obtiene resultados muy detallados sobre diseño y coste del almacén, teniendo además la seguridad de que los objetivos de productividad operativa son respetados en este diseño. Incluso si el usuario quiere simular situaciones forzadas debido a ciertas particularidades del proyecto que esté estudiando, la herramienta le informa sobre si los resultados están dentro de los límites de un diseño adecuado.

Finalmente indicar que las tablas, que se han obtenido sobre los almacenes de piezas de recambio, han desvelado la gran similitud funcional que existe entre los diferentes centros de distribución que Renault tiene repartidos por el mundo. Esta conclusión, a juicio de quien escribe este proyecto, ha sido la base del éxito de ambas herramientas. La similitud funcional permite la comparativa entre los centros de distintos países en el estudio de criticidad (siempre que se trate de países con un entorno económico similar) y hace posible conocer que se necesitará en los nuevos proyectos para el caso de la herramienta de diseño.

## 7.2 TRABAJOS FUTUROS

Las líneas de trabajo futuras, que se abren a partir de la realización de este proyecto, conducen a trabajar hacia otra de las grandes necesidades que se tiene a la hora de implantar un nuevo proyecto logístico; el número de almacenes necesarios y su ubicación territorial. Durante los días finales de estancia en Renault, se trabajó sobre el concepto de cálculo del baricentro logístico. Para este cálculo se decidió tener en consideración diversos factores como son: emplazamiento de los proveedores, emplazamiento de los clientes, tipo de transporte utilizado, volumen de compra a los proveedores y volumen de ventas a los clientes. Para obtener el lugar óptimo para la construcción de un almacén, se utilizaba el algoritmo del recocido simulado y los resultados conseguidos, comparados en todo momento con situaciones reales, aunque no eran malos si necesitaban de un mayor ajuste a la hora de considerar el peso en el cálculo de los datos implicados. Además, faltó definir cómo calcular el número de almacenes necesario.

También podría añadirse una mejora a la herramienta que analiza la criticidad de los almacenes, que consiste en permitir trabajar con datos extraídos directamente de SAP. Esta es una mejora interesante, puesto que SAP es un sistema de gestión utilizado por multitud de empresas, y que lamentablemente no se pudo realizar durante este proyecto por falta de datos. El trabajo no es complejo, ya que simplemente se debe buscar que las extracciones contengan la información necesaria para que la herramienta realice los cálculos, permitiendo ampliar su campo de utilización hacia otras empresas.



## 8 Bibliografía

- [1] *La industria española de la automoción en el panorama europeo y mundial*. T. Armstrong. Madrid: Economía industrial, 1997.
- [2] <http://oica.net/wp-content/uploads/world-ranking-2007.pdf> (Diciembre 2008).
- [3] *Luces y sombras en el sector de la automoción*. M.J. Moral. Madrid: Revista Economistas, 2004.
- [4] *Automoción*. Iñaki Inzunza. Madrid: Tecnalia Corporación tecnológica, 2006.
- [5] <http://www.instituto.cajamar.es/boletin/s26.pdf> (Enero 2009).
- [6] <http://www.diariomotor.com/2009/03/06/los-automoviles-fabricados-en-espana/> (Marzo 2009).
- [7] <http://www.acea.be/images/uploads/st/Pages%20Production%20from%20ind-0004.pdf> (Febrero 2009).
- [8] <http://es.wikipedia.org/wiki/Renault> (Diciembre 2008).
- [9] <http://www.renault.es> (Diciembre 2008).
- [10] *Logística integral. La gestión operativa de la empresa*. Julio Juan Anaya Tejero. Madrid: ESIC, 2007.

- [11] *Manual de logística integral*. Jordi Pau i Cos y Ricardo Navascués y Gasca. Madrid: Díaz de Santos, 1998.
- [12] <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/inventarios-y-administracion-de-operaciones.htm> (Diciembre 2008).
- [13] <http://www.navactiva.com/web/es/alog/doc/nociones/2004/10/28268.php> (Diciembre 2008).
- [14] [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tipos\\_de\\_Palets\\_Pool.JPG](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tipos_de_Palets_Pool.JPG) (Marzo 2009).
- [15] <http://gio.uniovi.es/documentos/nacionales/ArtNac63.pdf> (Enero 2009).

